

dubbel

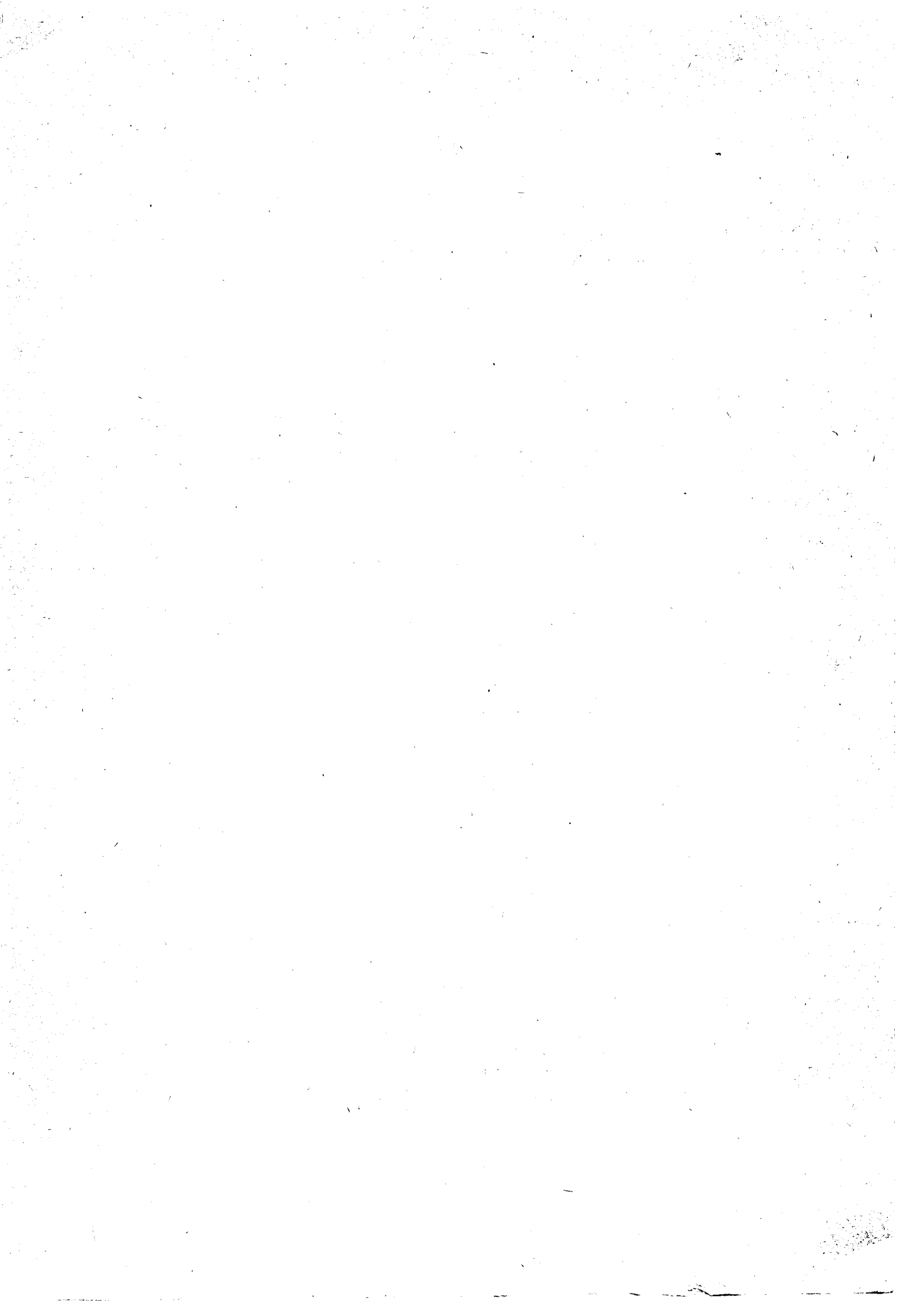
**VERGELIJKEND HYDROBIOLOGISCH ONDERZOEK
VAN DRIE VERZUURDE VENNEN EN EEN ZWAK GEBUFFERD
VEN IN NOORD-BRABANT**

No. 187

**J.M. v.d. Hurk
C.G.F. Mooren
R.H.W. Pouwels
E.G.P. Schils
J.A. v.d. Velden**

**Begeleiding:
Drs. G.H.P. Arts
Dr. J.F.M. Geelen
Drs. R.S.E.W. Leuven**

**LABORATORIUM VOOR AQUATISCHE OECOLOGIE
Katholieke Universiteit, Toernooiveld, Nijmegen
Ministerie voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
Directoraat Lucht, Project LB 131**



VERGELIJKEND HYDROBIOLOGISCH ONDERZOEK
VAN DRIE VERZUURDE VENNEN EN EEN ZWAK GEBUFFERD
VEN IN NOORD-BRABANT

1985

No. 187

J.M v.d. Hurk
C.G.F. Mooren
R.H.W. Pouwels
E.G.P. Schils
J.A. v.d. Velden

Begeleiding:
Drs. G.H.P. Arts
Dr. J.F.M. Geelen
Drs. R.S.E.W. Leuven

Niets van deze uitgave mag worden overgenomen zonder
schriftelijke toestemming van de projectleider.

LABORATORIUM VOOR AQUATISCHE OECOLOGIE
Katholieke Universiteit, Toernooiveld, Nijmegen
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
Directoraat lucht, Project LB 131

6265

VOORWOORD

Het onderhavige verslag is het resultaat van een onderzoek dat is verricht gedurende 1984 in vier Noordbrabantse vennen. Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van de hoofdvak stage van Janine v.d. Hurk, Estella Schils en Joan v.d. Velden en de bijvak stage van Conny Mooren en Ronald Pouwels.

In het onderstaande wordt een overzicht gegeven van de thema's en de personen welke deze onderwerpen bewerkt hebben.

Waterkwaliteit : Conny Mooren, Ronald Pouwels en Estella Schils.

Bodemkwaliteit en macrofauna in de bodem : Janine v.d. Hurk en Joan v.d. Velden

Microflora en microfauna : Hannie Geelen, Conny Mooren en Estella Schils

Macrofauna van het water : Ronald Pouwels

Vissen en amfibieën : Rob Leuven

Vogels : Ronald Pouwels en Joan v.d. Velden

Macrofyten : Gertie Arts

Het overige deel van het verslag is gezamenlijk geschreven.

Hannie Geelen

Rob Leuven

INHOUD

1. INLEIDING	2
2. GEOLOGIE VAN VENNEN IN DE CENTRALE SLENK VAN NOORD-BRABANT	4
3. MATERIAAL EN METHODE	
3.1. Beschrijving van de monsterpunten	6
3.2. Monsterprogramma	11
3.3. Watermonsters	11
3.4. Bodemonsters	15
3.5. Chemische analyses	17
3.6. Microflora en microfauna	
3.6.1. Monstername	17
3.6.2. Kwalitatieve analyse	18
3.6.3. Kwantitatieve analyse	19
3.7. Macrofauna	
3.7.1. Monstername van de macrofauna in het water	20
3.7.2. Monstername van de macrofauna in de bodem	20
3.7.3. Conserveren en determineren	21
3.7.4. Minimumareaalbepalingen	24
3.8. Vissen en amfibieën	24
3.9. Vogels	25
3.10. Macrofyten	25
3.11. Historisch onderzoek	25
4. RESULTATEN	
4.1. Waterkwaliteit	27
4.2. Bodemkwaliteit	44
4.3. Microflora en microfauna	53
4.4. Macrofauna	66
4.4.1. Water	66
4.4.2. Bodem	82
4.5. Vissen	99
4.6. Amfibieën	103
4.7. Vogels	105
4.8. Macrofyten	107
5. DISCUSSIE	114
6. CONCLUSIES	134
7. SAMENVATTING / SUMMARY	137
8. DANKWOORD	138
9. LITERATUUR	139
10. BIJLAGEN	146

1. INLEIDING

Over de gehele wereld verspreid zijn duizenden zwak gebufferde oppervlaktewateren verzuurd of verstoord als gevolg van verzurende en bemestende neerslag. Met name het verdwijnen van vissen in Scandinavische meren en rivieren heeft de aandacht gevestigd op de zure neerslag problematiek. Voor een goed overzicht van de buitenlandse literatuur wordt verwezen naar Drabløs & Tollan (1980), Overrein et al. (1981) en Johnson (1982).

In Nederland is tot voor kort relatief weinig onderzoek verricht naar de effecten van potentiële verzurende luchtverontreiniging. Recentelijk is echter ook in ons land verzuring van oppervlaktewateren geconstateerd. Vooral de zwak gebufferde en voedselarme aquatische oecosystemen (vennen, enkele plassen en duinmeren) blijken erg gevoelig te zijn voor atmosferische deposities van verzurende en bemestende componenten. Deze milieus herbergen normaal een karakteristieke en voor Nederland zeldzame flora en fauna. Veel van deze wateren zijn in het verleden bestemd tot natuurreservaten.

Voor de effecten van waterverzuring op diatomeeën en hogere waterplanten zijn voor de Nederlandse situatie momenteel goed onderzocht (van Dam et al., 1980 en 1981; Roelofs, 1983 a, b; Roelofs en Schuurkes, 1983; Roelofs et al., 1984 a, b). Omdat nog weinig gegevens beschikbaar zijn over de effecten op andere organismen en bovendien nog veel hiaten bestaan in de kennis van waterverzuringprocessen, wordt door medewerkers van het Laboratorium voor Aquatische Oecologie beleidsonderbouwend onderzoek verricht. Dit onderzoek wordt gedeeltelijk gefinancierd door het Ministerie van V.R.O.M. (projecten LB 130 en LB 131). Een goed overzicht van recente onderzoeksresultaten wordt gegeven door Leuven en Schuurkens (1984).

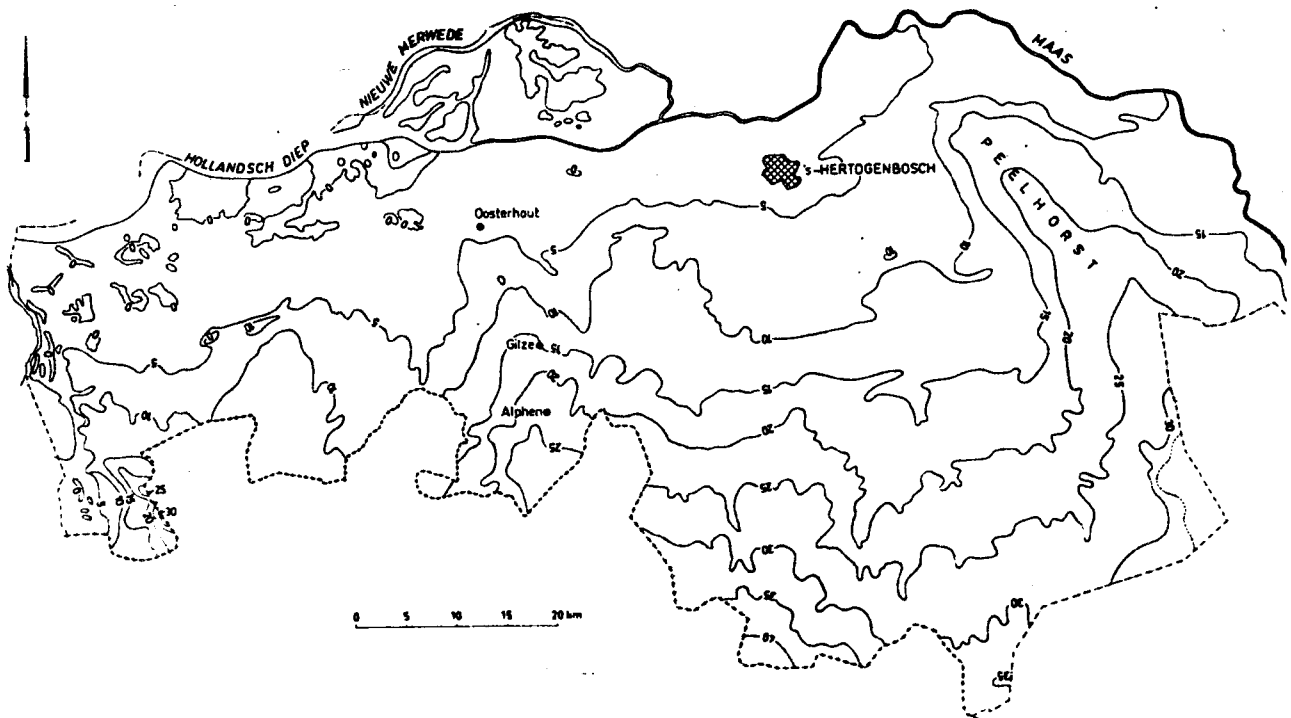
In het kader van bovengenoemde projecten werd gedurende 1983 een landelijke inventarisatie uitgevoerd naar de effecten van waterverzuring op waterkwaliteit (Kersten, 1985), microflora en microfauna (de Bie en Maenen, 1984), macrofauna in bodem (Eeken, 1985) en water (Vanhemelrijk, 1985) vissen (Oyen, 1984) en amfibieën (Christiaans, 1983). Hiertoe werd een groot aantal wateren onderzocht op hun flora- en faunacomponenten en werden de inventarisatiegegevens gerelateerd aan de water- en/of bodemkwaliteit en historische gegevens. Middels berekeningsexperimenten, procesmatig en historische onderzoek werd aangetoond dat de huidige neerslagkwaliteit daadwerkelijk verantwoordelijk is voor de verzuring en eutrofiëring van zwak gebufferde oppervlaktewateren (Leuven en Schuurkes, 1984).

Het onderhavige rapport is het resultaat van een vervolgstudie op de bovengenoemde onderzoeken. In een viertal min of meer geïsoleerde vennen in Noord-Brabant (Galgeven, Staalbergven, Groot Huisven en Grootmeer) is een jaaronderzoek op oecosysteemniveau uitgevoerd. Deze vennen vertoonden in het verleden een grote mate van vergelijkbaarheid en werden in ieder geval allen gedomineerd door waterplanten uit het oeverkruidverbond. Roelofs (1983 a, b), Roelofs en Schuurkes, (1983), Roelofs et al. (1984 a, b) en Schuurkes en Roelofs (1984) beschrijven dat het oeverkruid (*Littorella uniflora*) en diverse andere vertegenwoordigers van het oeverkruidverbond karakteristiek zijn voor voedselarme en zwak gebufferde wateren met circum-neutrale zuurgraad. Met behulp van talrijke oecofysiologische- en kweek-experimenten tonen deze onderzoekers aan dat als gevolg van water- en bodem-verzuring alle ondergedoken waterplanten verdwijnen. Op grond van deze resultaten mag gesteld worden dat de onderzochte wateren in het verleden zeker niet zuur zijn geweest. Deze hypothese wordt bevestigd door diverse chemische data uit het verleden, diatomeeën- en desmidiaceeënspectra in enkele oude monsters en inventarisatiegegevens van andere zuurgevoelige organismen.

Omdat er nogal grote (regionale) verschillen bestaan in het kalk-gehalte van de bodem, de buffercapaciteit van het water, de hydrologie, de potentieel verzurende depositie en het beheer weerspiegelen de vier vennen momenteel een fraaie verzuringsgradiënt. Door vergelijking van de gegevens van het jaaronderzoek in deze vennen kan een goede indruk verkregen worden van de effecten van verzuring op water- en bodemkwaliteit en flora en fauna. Omdat gekozen is voor een geïntegreerde aanpak vanuit verschillende disciplines kunnen effecten op diverse trofische niveaus beschreven worden. De onderzoeksresultaten bieden tevens een goed referentiekader voor de toekomst en zijn bij uitstek geschikt voor het opstellen van beheersmaatregelen.

2. GEOLOGIE VAN VENNEN IN DE CENTRALE SLENK VAN NOORD-BRABANT

Het Noord-Brabantse landschap heeft als algemene tendens, dat het van noord naar zuid hoger wordt. (zie figuur 1).



Figuur 1. Hoogtelijnenkaart (uit: van Diepen, 1968).

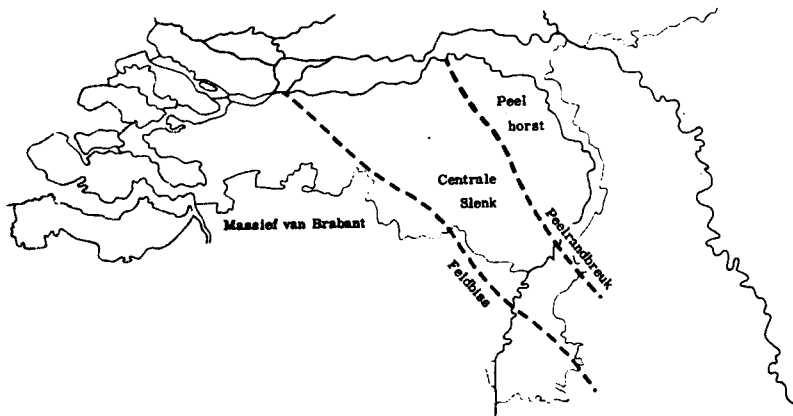
De aardkorst in Brabant is doorsneden met een aantal breuken, die een zuidoost-noordwest gericht verloop hebben. Ten westen en ten oosten van deze door breuken gevormde strook daalde de aardkorst in de loop van vele miljoenen jaren aanzienlijk minder dan de strook ertussen. Dit gebied van sterke daling wordt de Centrale Slenk genoemd (zie figuur 2). De ontstane hoogteverschillen werden teniet gedaan door opvullingen van zand en fijn grind. Dit materiaal is vooral afgezet door smeltwater afvoerende rivieren, die tijdens het Pleistoceen door zuid-Nederland stroomden. Sedert 500.000 jaar, toen de Rijn en de Maas meer noordelijk stroomden, is in de Centrale Slenk fijnkorrelig materiaal afgezet. Dit geschiedde voornamelijk door beken en wind in koude tijden. Een belangrijk deel van deze afzettingen bestaat uit leem. Dit

leem komt, als moeilijk doordringbare laag, vaak dicht aan het oppervlak voor. Hierdoor kunnen gemakkelijk vennen ontstaan.

Vooraf in het laatste deel van het zogenaamde Pleniglaciaal, moet het zo koud geweest zijn, dat de vegetatie grotendeels verdween, waardoor een soort poolwoestijn ontstond. De hierdoor mogelijke uitstuiving is dan ook een belangrijke factor in de landschapsvorming van Brabant. Deze afzettingen duidt men aan met dekzanden. Doordat de overheersende windrichting WZW-ONO is, zijn de dekzandruggen in dezelfde richting gevormd (Westhoff et al, 1973). Deze uitgeloogde, kalkarme dekzanden zijn de laatste belangrijke afzettingen in Midden-Brabant.

Vennen met de lengte-as in de richting WZW-ONO, zoals het Groot Huisven, het Staalbergven en het Galgeven, zijn waarschijnlijk in het Boven-Pleniglaciaal door uitstuiving ontstaan (Westhoff et al, 1973; van Dam, 1983; Verschoor, 1977).

Alle monsterpunten van dit onderzoek zijn gelegen op de Pleistocene zandgronden in de Centrale Slenk.



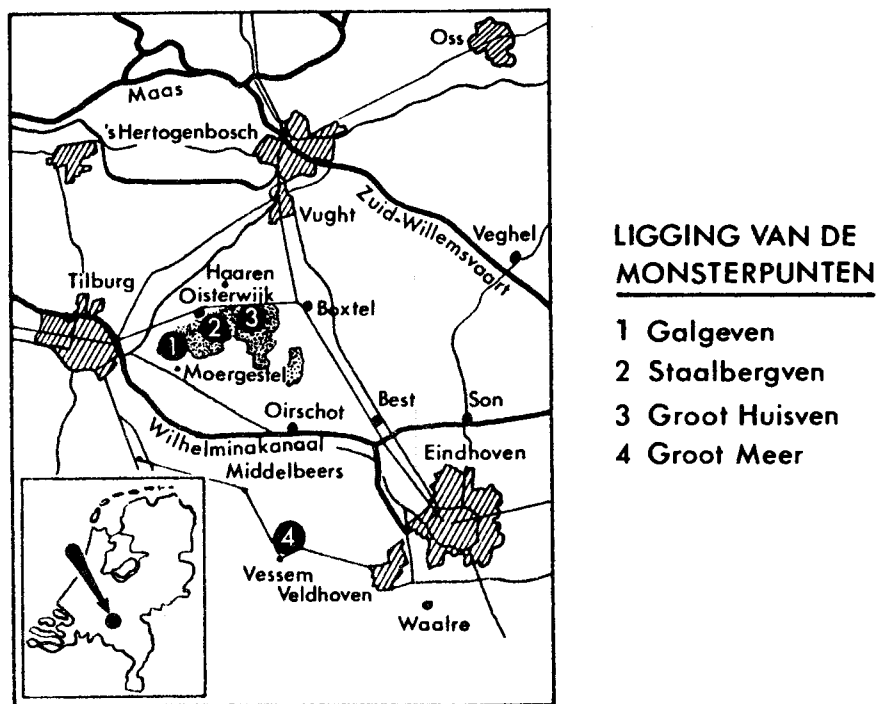
Figuur 2. De ligging van de Centrale Slenk.

(uit: Westhoff et al, (1973).)

3. MATERIAAL EN METHODEN

3.1. BESCHRIJVING VAN DE MONSTERPUNTEN

Voor het hier beschreven onderzoek zijn vier vennen bemonsterd. Deze vennen liggen op de pleistocene zandgronden van Noord Brabant in de driehoek 's Hertogenbosch - Tilburg - Eindhoven. Het zijn het Galgeven bij Moergestel, het Groot Huisven en het Staalbergven bij Oisterwijk en het Grootmeer bij Vessem. Voor een situatieschets wordt verwezen naar het onderstaande kaartje (zie figuur 3).



Figuur 3 : De geografische ligging van de monsterpunten. 1. Galgeven, 2. Staalbergven, 3. Groot Huisven, 4. Grootmeer.

Een keuze voor onderzoek in deze vennen is gemaakt omdat deze wateren in het verleden een grote mate van vergelijkbaarheid vertoonden. Omdat de vennen op de voedingsstoffen- en calciumcarbonaatarme zandgronden

liggen, hadden ze oorspronkelijk alle vier een zwakgebufferd en oligotroof karakter. De zuurgraad van deze wateren was meestal circumneutraal. Vóór 1950 herbergden deze vennen een karakteristieke en voor Nederland zeer zeldzame flora en fauna. Opmerkelijke voorbeelden hiervan zijn de fraaie diatomeeën-, desmidiaceeën- en macrofytengemeenschappen. De beschikbare historische hydrobiologische gegevens zijn verwerkt in hoofdstuk 4.

Opvallend is, dat zowel het Galgeven als het Groot Huisven en het Staalbergven gedomineerd werden door waterplanten uit het oeverkruidverbond zoals *Littorella uniflora*, *Lobelia dortmanna* en *Isoëtes lacustris*. In het Grootmeer is alleen de eerste soort waargenomen. Niet alleen de isoëtiden, maar ook tal van andere planten uit het Littorellion-verbond zijn in deze vier vennen waargenomen.

Als gevolg van talrijke menselijke ingrepen en m.n. zure, zwavel- en stikstofhoudende neerslag is de flora-, fauna- en chemische samenstelling van het Galgeven, Staalbergven en Groot Huisven sterk veranderd. Het Grootmeer is nog relatief ongestoord, maar in dit ven worden momenteel eutrofiëringsverschijnselen waargenomen.

Hieronder volgt een beschrijving van elk van de vennen. Voor deze beschrijving is archiefmateriaal van het RIN en de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten gebruikt. Verder wordt verwezen naar Beijer (1976), Bijlmakers (1983), van Dam (1983), Mörzer Bruyns & Paschier (1943) en van Kessel (1983).

De gegevens zijn kort samengevat in tabel 1.

Tabel 1. Beschrijving van de monsterpunten.

	Gv	St	GH	Gm
Wateroppervlak	+ 25 ha	+ 6 ha	+ 5 ha	+ 12 ha
Diepte	+ 3,6 m	max. 3,5 m	+ 1,5 m	max. 0,75 m
Bebossing	+	+	-	+
Waterinlaat	-	+	-	+
Recreatie	-	+	-	-

HET GALGEVEN

Het Galgeven is gelegen ten noord - westen van Moergestel (Amersfoort coördinaten 138.8 - 396.2) tussen het stroomgebied van de Ley en

de Reusel en is eigendom van het Brabants Landschap. In vergelijking met andere vennen is het Galgeven groot ($\pm$ 25 ha) en diep ($\pm$ 3,6 m). De lengte van dit ven is maximaal 3 km en de breedte 1,5 km.

Oorspronkelijk was dit water een groot heideven. In het begin van deze eeuw kwam er alleen ten zuiden en oosten van het ven bosopslag voor, maar sinds 1938 is het water geheel omgeven door naald- en loofbos. Het ven is in het verleden via een slootsysteem verbonden geweest met de Heiloo, maar is nu sinds lange tijd daarvan afgesloten. Als gevolg hiervan is het ven voor zijn watervoorziening afhankelijk van grond- en hemelwater. Het Galgeven is al geruime tijd verzuurd.

HET STAALBERGVEN

Het Staalbergven ligt ongeveer 1 km ten Zuid - oosten van Oisterwijk (Amersfoort coördinaten 143.48 - 398.25) en is eigendom van de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten. De waterstand is maximaal 3,5 m en het wateroppervlak bedraagt $\pm$ 6 ha. Het gehele ven is omgeven door naaldhout, dat in de tweede helft van de negentiende eeuw is aangeplant. Het afgeschermd, noordelijke deel van het ven is in gebruik als natuurbad. Het overige deel is opengesteld voor recreatie met waterfietsen en roeiboten. Langs de gehele oever is de recreatiedruk relatief hoog. Er vertoeven zomers twee- tot driehonderdduizend badgasten rond het Staalbergven, waarvan zo'n 10% actief in het ven recreëert. Het ven is verzuurd, maar krijgt tijdens het zwemseizoen zoveel bufferstof aangevoerd in de vorm van o.a. ureum, dat de pH redelijk kan oplopen. In de zomer en ook vaak in het najaar wordt ontijzerd grondwater in het ven gepompt om het waterpeil te reguleren i.v.m. zwemmen en schaatsen. Vóór 1969 werd het inlaatwater niet ontijzerd. Ook deze waterinlaat heeft een invloed op de buffercapaciteit en zuurgraad van het ven. Gedurende 1984 waren de schommelingen in deze parameters echter beperkt (zie paragraaf 4.1).

HET GROOT HUISVEN

Dit ven wordt ook wel Landmetersven genoemd. Het ligt op de Kampinasche heide ten zuid - oosten van Oisterwijk (Amersfoort coördinaten 146.3 - 398.7) in het stroomgebied van de Rosep en Beerze en is eigendom van de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten. Het ven

heeft een oppervlakte van + 5 ha en is maximaal 1,5 m diep. Aan de noordzijde van het ven is in de eerste helft van deze eeuw naalddhout aangeplant. Het overige deel van dit ven is nog steeds omgeven door een heidevegetatie, die begraasd wordt door schapen. Begin 1984 heeft men aan de noordzijde een gedeelte van het naalddhout en de berkenopstand gekapt om het open heideven-karakter te herstellen. Net als het Galgeven is het Groot Huisven hydrologisch gezien volledig afhankelijk van hemel- en grondwater.

HET GROOTMEER

Het Grootmeer (+ 12 ha) ligt in een waterwingebied ten noordoosten van Vessem (Amersfoort coördinaten 150.3 - 382.3) en is eigendom van deze gemeente.

Het is maximaal 0,75 m diep. Ook dit water was oorspronkelijk een heideven, maar in 1920 - 1930 is de omgeving bebost. Aan de noordzijde staat het Grootmeer in verbinding met de Kleine Beerze via een periodiek droogvallend slotenstelsel. In de buurt van dit ven wordt door de Waterleidingmaatschappij Oost Brabant van + 3 m diepte grondwater opgepompt i.v.m. de drinkwatervoorziening. Dit water werd van 1952 tot 1982 gefilterd over kalkfilters. Het spoelwater, dat gebruikt wordt voor de regeneratie van deze filters, komt via een overloop van het Kleinmeer in het Grootmeer. Vanaf 1979 werden de kalkfilters ten dele, en vanaf 1982 geheel vervangen door marmérfilters. Het water, dat daar vanaf komt, is kalkrijker (zie tabel 2).

Tabel 2. Enkele chemische parameters van het spoelwater, dat geloosd wordt in het Kleinmeer. (Bron: laboratorium Zuid te Breda).

	$\mu\text{mol.l}^{-1}$					
	HCO_3^-	CO_2	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Si^{4+}	pH
Filters van kalk en kopersulfaat, gem. over een aant. jaren	1066	34	600-625	122	643	8,1 fluctuerend
Filters over marmer 1984	2295	102	1275	102	643	7,85 stabiel

Het Grootmeer heeft een circumneutraal tot basisch karakter. De inlaat van carbonaathoudend water resulteert in voldoende buffercapaciteit om de huidige zuurdepositie te neutraliseren. Het N en P-gehalte van het spoelwater is gering, zodat deze waterinlaat niet de enige oorzaak zal zijn van eutrofiëring.

Gedurende diverse bezoeken aan het Grootmeer werden talrijke water- vogels (meeuwen en eenden) waargenomen. De mest van deze vogels resulteert eveneens in een eutrofiëring van het water en de bodem (guanotrofiëring). Daarnaast hebben waarschijnlijk nog andere bronnen een bijdrage geleverd aan de voedingsstoffenverrijking van het Grootmeer. Volgens de beheerder zijn in het verleden ook gierwagens in het ven gespoeld. Bovendien kan de potentieel bemestende depositie (N, P, K) in de Kempen relatief hoog zijn.

In de zomerperiode werd langs de oevers en in het ven intensief gerecreëerd (zwemmen, roeien, surfen etc.), maar in augustus 1984 is een verbod ingesteld om zich in of op het water te bevinden en om water of plantenmateriaal mee te nemen i.v.m. de slechte bacteriologische gesteldheid van het water met een verhoogde kans op botulisme.

3.2. MONSTERPROGRAMMA

Er werd naar gestreefd om tweewekelijks water- plus planktonmonsters en maandelijks bodemonsters te verzamelen. De precieze monsterdata zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3 Monsterdata.;

jaar	1984																			
dag	27	12	26	09	01	14	28	12	25	09	30	13	03	17	01	15	30	12	27	10
maand	02	03	03	04	05	05	05	06	06	07	07	08	09	09	10	10	10	11	11	12
chem. analyse watermonsters	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
chem. analyse bodemmonsters	.		.		.		.		.		.		.		.					
microflora	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					
microfauna	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					
macrofauna water	.		.		.		.		.		.		.		.				.	
macrofauna bodem	.		.		.		.		.		.		.		.					
vogelwaarnemingen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			.

Incidenteel werden, al of niet op monsterdata, macrofyten geïnventariseerd.

3.3. WATERMONSTERS

Om een zo representatief mogelijk monster van het water in de venen te verkrijgen werden verspreid over het gehele wateroppervlak m.b.v. een emmer een tiental submonsters verzameld in een jerrycan. Al naargelang de methodiek werden in het veld dan wel op het laboratorium diverse fysische en chemische parameters bepaald.

In het veld werden gemeten:

- de watertemperatuur m.b.v. een minimum - maximum thermometer.
- de Secchi-diepte m.b.v. een Secchi-schijf met een doorsnede van 25 cm.
- de luchttemperatuur m.b.v. een kwikthermometer.
- de veld-pH m.b.v. een Metrohm Herisau E-488 meter en een Metrohm KCl-3H electrolyt electrode.
- de turbiditeit m.b.v. een Dentan model FN 5 turbiditeitsmeter.
- het elektrisch geleidend vermogen (E.G.V.) m.b.v. een YSI model 33SCT meter.

Het E.G.V. is de som van het geleidend vermogen van alle opgeloste ionen. Dit zijn in hoofdzaak H^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} en HCO_3^- . Het E.G.V. $\mu S.cm^{-1}$ is volgens een empirische formule gecorrigeerd voor de temperatuur (T) en de pH (Vangenechten et al., 1979):

$$E.G.V. 18 = 10.36 + 1.53 \cdot (E.G.V. - 0.58T) / (1 + 0.03T)$$

waarbij E.G.V.18 het totale electrisch geleidingsvermogen bij $18^\circ C$ in $\mu S.cm^{-1}$ is. Aangezien het E.G.V. mede bepaald wordt door H^+ -ionen is de geleiding door de H^+ -ionen van het totale E.G.V. afgetrokken. Het E.G.V. van de overige ionen blijft over. Vooral in een zuur milieu is de bijdrage van de H^+ -ionen een belangrijke factor in de geleiding.

$$E.G.V.c = E.G.V. 18 - 10^{(-pH)} \cdot 314 \cdot 1000$$

E.G.V.c is het specifieke E.G.V. $\mu S.cm^{-1}$ en de constante 314 is de equivalente geleiding door de waterstofionen bij $18^\circ C$.

Verder werden in het veld de weersgesteldheid, de datum en de tijd van monsternamen en indien mogelijk de waterstand genoteerd.

Voor de chemische analyses werden in het veld 2 maal 100 ml water afgefilterd over een Whatmann GF/C filter met poriëndiameter $1,2 \mu m$ en verzameld in geïjodeerde polyethyleenpotjes. In één potje werd aan 100 ml water 0,5 ml van een $200 mg.l^{-1}$ $HgCl_2$ -oplossing toegevoegd. Dit monster werd gebruikt voor de autoanalyser (AA). Aan de andere 100 ml werd eveneens 0,5 ml van een $200 mg.l^{-1}$ $HgCl_2$ -oplossing toegevoegd plus enkele korrels citroenzuur om te voorkomen dat de in het water aanwezige metalen zich aan de wand van het potje zouden gaan hechten. Dit monster werd gebruikt voor de atoomabsorptie-spectrofotometerbepalingen (AAS). Beide monsters werden zolang bewaard in een koelbox en in het laboratorium diepgevroren tot een temperatuur van $-27^\circ C$.

In het laboratorium werden bepaald:

- de lab-pH m.b.v. een Metrohm E-488 meter en een Metrohm KCl-3H electrolyt electrode.
- de alkaliniteit door 100 ml monsterwater te titreren met een $\pm 0,01 N$ HCl-oplossing tot een pH van 4,2. Bij een pH van 4,2 zijn alle carbonaat- en bicarbonaationen omgezet in CO_2 en H_2O .
- de aciditeit door 100 ml monsterwater te titreren met een $\pm 0,01 N$ NaOH-oplossing tot een pH van 8,2. Bij een pH van 8,2 is alle CO_2 en bicarbonaat omgezet in carbonaat.

Berekening van de alkaliniteit / aciditeit:

$$100 \cdot alk = V_{HCl} \cdot titer HCl$$

$$100 \cdot acid = V_{NaOH} \cdot titer NaOH$$

- d het vrije aluminium-gehalte, spectrofotometrisch m.b.v. een Hoelzle en Chelius KG filterfotometer model 20 en volgens de chromazurol-methode (Hoelzle & Chelius, 1980).
- e het asvrij-drooggewicht (AFDW). Dit werd een dag na monsternamen bepaald en in de tussenliggende tijd werden de jerrycans opgeslagen bij 4° C. De Whatmann GF/C filters met een poriëndiameter van 1,2 µm werden voor gebruik gedurende drie uur uitgegloeid bij een temperatuur van 550° C. Na afkoelen werden de filters in een aluminiumbakje gewogen. Over deze filters werd 200-3000 ml water afgezogen, al naar gelang de hoeveelheid sesten. Dit gebeurde in duplo. De bakjes met filters werden gedurende 16 uur gedroogd in een stoof bij 105° C en na afkoelen werd het drooggewicht bepaald. De duplo-filters werden bewaard voor destructie. Na het asgewicht bepaald te hebben kon, door dit af te trekken van het drooggewicht, het AFD berekend worden.
- f het chlorofyl-a gehalte. Ook hiervoor werd 200-3000 ml water over Whatmann GF/C filters afgezogen. De kleur van de filters werd genoteerd en de filters werden, dubbelgevouwen in een met aluminiumfolie omwikkeld petrischaaltje, diepgevroren bij -27° C. Aan het eind van de monsterperiode werden alle filters als volgt geanalyseerd:
- 1 de Whatmann filters werden opgerold en bij gedempt licht in met aluminiumfolie omwikkelde 50 ml monsterbuizen gebracht.
 - 2 vervolgens werd 7 ml 80% ethanol toegevoegd, waarna de reageerbuizen afgesloten werden met parafilm.
 - 3 de reageerbuizen werden geschud en vervolgens 5 min. in een waterbad van 70° C gebracht om de chloroplastpigmenten te extraheren.
 - 4 de buizen werden in ijs gezet.
 - 5 de bovenstaande heldere vloeistof werd afgezogen en spectrofotometrisch doorgemeten bij 665 nm en 750 nm tegen 80% ethanol als standaard op een Beckmann DU spectrofotometer.
 - 6 na aanzuren met 3 druppels 0,1 N HCl in de cuvet en mengen werden de extincties opnieuw gemeten bij 665 en 750 nm.
- Chlorofyl-a heeft een absorptiepiek bij $\pm$ 665 nm. Deze piek wordt ook door phaeopigmenten veroorzaakt. Als gecorrigeerd wordt voor

deze chlorofyl afbraakproducten volgen voor het actief chlorofyl-a (aCHL-a) en het phaeofytine (Phae) gehalte in $\mu\text{g.l}^{-1}$ de volgende monochromatische formules:

$$a\text{CHL-a} = \frac{V}{V.L} \cdot 29.8 \cdot (F_{665}^O - F_{665}^a)$$

$$\text{waarbij: } F_{665}^O = E_{665}^O - E_{750}^O \text{ en } F_{665}^a = E_{665}^a - E_{750}^a$$

V het oorspronkelijke monstervolume (filtraat) in l

v volume toegevoegd aantal ml ethanol (extract)

L lichtweg door cuvet in cm (1cm)

E gemeten absorptie coëfficiënt (<1)

De constante 29.8 is gelijk aan het quotiënt $\left(\frac{R}{R-1}\right) \frac{1000}{K_{\text{chl}}}$ waarbij K_{chl} (= 81) de specifieke extinctiecoëfficiënt is.

Het verschil van de extincties van de oplossing gemeten bij 665 nm en 750 nm is een maat voor het gehalte aan chlorofyl-a; bij 750 nm is de chlorofyl-a absorptie 0. Door aanzuren met 0.1 N HCl wordt chlorofyl-a afgebroken tot phaeopigmenten. Als aanzuren geen effect heeft hebben we alleen te maken met phaeopigmenten. De acid ratio R (E_{665}^O/E_{665}^a) is voor intact chlorofyl bij 80% ethanol als oplosmiddel 1.7. Het totale chlorofylgehalte is de som van het actieve chlorofyl gehalte en het phaeofytine gehalte.

Opmerkingen: De chlorofyl-a en phaeofytine gehalten in de watermonsters kunnen gebruikt worden om de microflora biomassa en de fotosynthetische effectiviteit te bepalen. Het quotiënt tussen het phaeofytine en chlorofyl-a gehalte kan dienen als een aanwijzing van de fysiologische toestand van de microflora gemeenschap (Raddum et al., 1980).

De resultaten van de chlorofylmetingen kunnen beïnvloed worden door processen vlak voor en tijdens de extractie, zoals fysisch-chemische processen als gevolg van cellysering (Chang & Rossman, 1982). Ook foto-oxidatie heeft voor kapotte cellen een chlorofyl destructie tot gevolg. Een donkere omgeving voor de geïncubeerde monsters na lysering van de celwand is dus noodzakelijk.

g destructie werd uitgevoerd om de elementaire samenstelling van het seston te bepalen. Een van de duplo filters van de data 12-3, 9-4, 14-5, 12-6, 9-7, 13-8 en 17-9 werd hiervoor gebruikt.

Door destructie met een sterk zuur worden de organische verbindin-

gen afgebroken waardoor de nu in oplossing gebrachte ionen gemeten kunnen worden. De destructie werd uitgevoerd in speciaal hiervoor bestemde "bommetjes" volgens de methode van Tölg. Het te destrueren filter werd opgerold en in teflon-vaatjes in de bommetjes gebracht. Hieraan werd 0,5 ml geconcentreerd perchloorzuur (HClO_4) en 0,2 ml geconcentreerd zwavelzuur (H_2SO_4) toegevoegd. Gedurende 4 uur werden de bommetjes geplaatst in een stoof bij 170°C . Na afkoelen werd het destruaat kwantitatief overgebracht in een maatkolf van 100 ml en aangevuld met aquabidest. De vloeistof werd overgegoten in polyethyleenpotjes en er werd 0,5 ml van een $200 \text{ mg.l}^{-1} \text{ HgCl}_2$ -oplossing aan toegevoegd, waarna de potjes tot nader gebruik werden opgeslagen bij -27°C .

3.4. BODEMMONSTERS

Bij de vier onderzochte systemen zijn in ieder ven op 3 locaties bodemmonsters genomen, nl. van minerale bodem, van bodem met veel organisch materiaal en van bodem in het midden van het ven. Het monster van de minerale bodem en de organische bodem is genomen met een messing steekbuis. De doorsnede van deze buis is 8 cm en op een hoogte van 14,5 cm is een opstaande rand met een handvat gemonteerd. Voor het verzamelen van bodemmateriaal wordt de lege steekbuis tot aan de rand in het te bemonsteren substraat gedrukt. De bovenkant van de buis wordt afgesloten met een rubberen stop. Bij het omhoogtrekken van de buis ontstaat hierin een onderdruk waardoor het zich in de buis bevindende bodemmateriaal mee naar boven getrokken wordt. Per handeling wordt met de steekbuis 50 cm^2 bodemoppervlak bemonsterd. De middenbodem is bemonsterd met een Birge-Ekman-bodemhapper (Birge, 1922). Met deze bodemhapper wordt een bodemoppervlak van 225 cm^2 bemonsterd.

Bij de monsternamen zijn in de onderzochte systemen op 10 plaatsen minerale bodem (met een totaal oppervlak van 500 cm^2), op 6 plaatsen organische bodem (totaal oppervlak van 300 cm^2) en op 4 plaatsen midden bodem (totaal oppervlak 900 cm^2) verzameld. De bemonsterde bodems zijn per locatie (mineraal, midden, organisch) in één plastic zak gedaan en meteen na bemonstering goed gemengd. De monsters zijn zo snel mogelijk en minimaal 12 uur in een koelcel bij 4°C geplaatst.

Aan een deel van de bodems zijn fysisch-chemische parameters bepaald, de rest is gebruikt voor macrofauna onderzoek (zie paragraaf 3.7.2.) Van de bodems zijn de volgende fysisch-chemische parameters bepaald: redoxpotentiaal, totaal anorganisch koolstof (TIC), vochtgehalte en organisch stofgehalte. Van het bodemextract zijn bepaald: pH, alkaliniteit, aciditeit, Si^{4+} , Al^{3+} , Cd^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$, SO_4^{2-} , ortho- PO_4^{3-} , totaal-P en totaal-N.

De redoxpotentiaal is gemeten met een redoxelectrode (model EA 217 platina electrode) aangesloten op een pH/mV-meter (Metrohm E 488). De redoxpotentiaal is op 10 verschillende plaatsen in het bodemonmonster gemeten en de waarden zijn gemiddeld.

Het vochtgehalte van de bodem is bepaald door $\pm$ 100 g bodem 24 uur in een stoof bij 105°C te drogen. Het gewichtsverschil geeft het vochtgehalte van de bodem.

De analyse van het totaal anorganisch koolstof is uitgevoerd m.b.v. een koolstofanalysator (Oceanography International model 0524 B-AA).

Het organisch stofgehalte is bepaald door 10 g gedroogde bodem (24 uur bij 105°C) 3 uur uit te gloeien bij 550°C . Het gewichtsverschil geeft het organisch stofgehalte van de bodem.

Voor de overige bepalingen is een bodemextract gemaakt. Dit is gebeurd door 2 maal 20 g bodem in twee gejodeerde polyethyleenpotten van 250 ml te doen. Aan beide potten is 200 ml aqua-bidest toegevoegd en de potten zijn vervolgens 1 uur bij kamertemperatuur op een schudmachine (Gerhardt LS 20, stand 10) gezet. Hierna zijn de duplomonsers gemengd en 5 min. bij 5000 r.p.m. gecentrifugeerd in een Heraeus Crist model 111 labifuge. Voor de bepalingen met de AA en de AAS is van het supernatant 2 maal 100 ml gefilterd over een Whatmann GF/C filter en verdeeld over twee gejodeerde 100 ml polyethyleenpotten. Aan beide potten is 0,5 ml van een $200\text{ mg.l}^{-1}\text{ HgCl}_2$ -oplossing toegevoegd. Deze potjes zijn tot op het moment van analyse ingevroren. De chemische analyse hiervan is beschreven in paragraaf 3.5.

Van de rest van het supernatant zijn de pH, de alkaliniteit en de aciditeit bepaald conform de methode beschreven bij de watermonsters (zie paragraaf 3.3). De gemeten concentraties in de extractievloeistof zijn, na correctie voor de blanco, omgerekend naar de concentratie van het bodemwater.

3.5. CHEMISCHE ANALYSES

Van de water- en bodemonsters werden de volgende chemische parameters bepaald: Si^{4+} , Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Cd^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , ortho- PO_4^{3-} , totaal-P, totaal-N en opgelost organisch koolstof (DOC). Van de destructiemonsters werden alleen NO_3^- , NH_4^+ en ortho- PO_4^{3-} bepaald. De analyses werden gedaan m.b.v. de AA, de AAS en de koolstofanalysator.

- 1 Analyses met de Technicon I Auto-analyser.
 - a Silicium bepaling (Campbell, F.R. and Thomas, 1970).
 - b Chloride bepaling (Technicon Auto-analyser Methodology: Industrial Method 11 en 11-68W, O'Brien, 1962).
 - c Sulfaat bepaling (Technicon Auto-analyser Methodology: Industrial Method 11 en 11-68W, O'Brien, 1962).
 - d Kalium en natrium bepaling vlamfotometrisch (Technicon Auto-analyser Methodology: N-20b, 1966).
- 2 Analyses met de Technicon II Auto-analyser.
 - a Fosfaat bepaling (Stanley & Richardson, 1970).
 - b Ammonium bepaling met salicylaat reagens (Grasshoff & Johanssen, 1977).
 - c Nitraat en nitriet bepalingen (Technicon Auto-analyser Methodology: Industrial Method 33-69W; Kamphake, Hannah & Cohen, 1967).
- 3 Analyses met de Beckman Model 14 Atomic Absorption Spectrofotometer (De Galan, 1969; Ramirez-Munoz, 1968).

Hiermee worden calcium, magnesium, mangaan en ijzer bepaald.
- 4 Analyses met de koolstof analysator (Roelofs, 1983c) voor de bepaling van het DOC-gehalte.
- 5 Analyse met de IL Video 11 AA/AE Spectrofotometer voor de bepaling van het totale aluminium- en cadmium-gehalte.

3.6. MICROFLORA EN MICROFAUNA

3.6.1. Monsternamen

Om een zo representatief mogelijk monster van het water in de vennen te verkrijgen, werden verspreid over het gehele wateroppervlak en tussen eventueel aanwezige vegetatie m.b.v. een emmer een tiental submonsters verzameld in een jerrycan. Hieruit werd 3 maal 10 liter water

door een planktonnet met maaswijdte 60 μm gegoten. Het achtergebleven plankton werd overgebracht in een polyethyleenpotje van 250 ml en er werden enkele druppels 37% formaldehyde aan toegevoegd. Deze monsters zijn gebruikt voor de kwantitatieve analyse.

Vervolgens werden twee glazen potten van 800 ml gevuld met water uit de jerrycan. Hieraan werd in het veld 2 ml lugol + 10% ijsazijn-oplossing en een dag later op het laboratorium een paar druppels 37% formaldehyde toegevoegd. Eén monster werd gebruikt voor de kwantitatieve analyse van het nannoplankton (speciaal voor organismen $<60 \mu\text{m}$) en het andere voor de kwalitatieve analyse van deze organismen.

Voor de kwalitatieve analyse van de organismen $>60 \mu\text{m}$ werd vanuit de boot een sleepmonster genomen in het open water en tussen eventueel aanwezige waterplanten over een lengte van ongeveer 40 m met een planktonnet, eveneens met een maaswijdte van 60 μm . Ook dit materiaal werd bewaard in een polyethyleenpotje van 250 ml en in een koelbox naar het laboratorium vervoerd.

3.6.2. Kwalitatieve analyse

De verschillende sleepnetmonsters werden bekeken op de sortensamenstelling waarbij de relatieve abundantie voor elke soort werd geschat. Een schatting werd gemaakt volgens de volgende codes:

- 1 slechts één of enkele exemplaren
- 2 een tiental exemplaren
- 3 frequent voorkomende soort
- 4 abundant aanwezige soort
- 5 dominante of co-dominante soort

In de tabel (bijlage 3) is gebruik gemaakt van een meer overzichtelijke codering, nl.:

- code 1 = .
- code 2 en 3 = ●
- code 4 en 5 = ●

Ook de nannoplanktonmonsters werden op deze manier verwerkt. Elk monster werd zolang bekeken en gedetermineerd totdat geen nieuwe soorten meer gevonden werden.

Hieronder volgen de belangrijkste werken die voor de determinatie gebruikt zijn.

ZOOPLANKTON

- Algemeen Streble, H. und D. Krauter, 1973. Das Leben im Wassertropfen. Kosmos, Stuttgart.
- Copepoda Harding, J.P. and W.A. Smith, 1960. A key to the British freshwater Cyclopoid and Calanoid Copepods. Sci. Publ. Freshwater Biol. Assoc. 18.
- Cladocera Leentvaar, P., 1978. De Nederlandse Kieuwpootkreeften en Watervlooien. Wet. Med. K.N.N.V. no. 127.
Nootenboom-Ram, E., 1981. Verspreiding en ecologie van de Branchiopoda in Nederland. RIN - rapport 81/14. Rijksinstituut voor natuurbeheer, Leersum.
- Rotifera Pontin, R., 1978. A key to the freshwater planktonic and semi-planktonic Rotifera of the British Isles. Sci. Publ. Freshwater Biol. Assoc. 38.
- Heliozoa Siemensma, F.J., 1981. De Nederlandse zonnediertjes (Actinopoda, Heliozoa). Wet. Med. K.N.N.V. no. 149.

FYTOPLANKTON

- Algemeen Bellinger, E.G., 1974. A key to the identification of the more common algae found in British freshwaters. Water Treatment Examination 23 (1): 76 - 131.
Nygaard, G., 1975. Dansk Plankteplankton. Koharm, Gyldendalske boghandel Nordish ferlag.
Streble, H. und D. Krauter, 1973. Das Leben im Wassertropfen. Kosmos, Stuttgart.
- Blauwwieren Huber - Pestalozzi, G., 1938. Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie. 1. Allgemeiner Teil: Blaualgen, Bakterien, Pilze. Die Binnengewässer, 16.1. Stuttgart.
- Chlorococcales Essen, A. van, 1974. De Chlorococcales, een belangrijke orde van de Groenwieren. Wet. Med. K.N.N.V. no. 100.
- Chlorophyceae Heering, W., 1914. Chlorophyceae. In: Pascher, A., Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, 6.

- Diatomeae Werff, A. van der, 1975. Kiezelwieren - Diatomeeën.
Wet. Med. K.N.N.V. no. 109.
- Desmidiaceae Coesel, P., 1982. De Desmidiaceeën van Nederland. Deel 1:
Fam. Mesotaeniaceae, Gonatozygaceae, Peniaceae.
Wet. Med. K.N.N.V. no. 153.
- Coesel, P., 1983. De Desmidiaceae van Nederland. Deel 2:
Fam. Closteriaceae. Wet. Med. K.N.N.V. no. 157.
- Heimans, J., 1936. Concept-determineerlijsten van Nederlandse
Desmidiaceeën. Niet gepubliceerd.
- Hindák, F., J. Komárek, P. Marvan, J. Ruzicka, 1975. Klúč na
urcovanie, Výtrusnýck Rastlín. 1. Deil.
- Lind, E. and A. Brook, 1980. A key to the commoner Desmids of
the English Lake district. Sci. Publ. Freshwater Biol. Assoc. 42.
- Teiling, E., 1967. The desmids genus Staurodesmus, A taxonomic
study. Arkiv for botanik serie 2, band 6 no. 6.

3.6.3. Kwantitatieve analyse

Dit gebeurde om de hoeveelheid biomassa, uitgedrukt in mg.l^{-1} te bepalen volgens de methode van van Heusden, zie Geelen(1969). De uit 10 liter geconcentreerde formolmonsters werden verder geconcentreerd door een klein netje van planktongaas met maaswijdte $60 \mu\text{m}$ tot een volume van 4 ml in een cuvet waarin het plankton m.b.v. het Reichert omgekeerde microscoop in de donkere kamer bij een vergroting van $106\times$ geteld werd. Tevens werd de inhoud van elk organisme berekend door de organismen op te meten. Via vermenigvuldigen van het aantal exemplaren per soort met de gemiddelde inhoud van die soort werd de biomassa in mg.l^{-1} verkregen.

Vanuit de lugolpotten werd 3 maal 100 ml overgebracht in cuvetten met een opzetkoker. Deze cuvetten bleven 's nachts staan zodat het nanoplankton de gelegenheid kreeg om te bezinken, waardoor het geconcentreerd werd tot een volume van 4 ml. Het kleine en het zeer fijne materiaal (b.v. μ algen) kon zo m.b.v. het Reichert omgekeerde microscoop geteld worden bij vergrotingen van resp. 250 en $755\times$. Op dezelfde manier als bij de 10 liter monsters werd de biomassa in mg.l^{-1} berekend.

3.7. MACROFAUNA

3.7.1. Monsternamen van de macrofauna in het water

De macrofauna van het water werd bemonsterd met behulp van een standaard-schepnet (maaswijdte 1x1 mm, vangopening 30x20 cm en lengte 45 cm). De verkregen macrofauna werd in plastic zakken vervoerd naar het laboratorium.

Er werd geprobeerd elk ven op identieke wijze te bemonsteren. Dit was niet geheel mogelijk. De vennen verschillen immers in diepte, vegetatie en omtrek. In elk ven werd op vier verschillende plaatsen gemonsterd, om een zo representatief mogelijk beeld van de macrofauna te krijgen. Deze vier plaatsen werden daarvoor op een ruime afstand van elkaar gekozen. Op elke monsterplaats in het ven werd een transect van ± 10 m bemonsterd. Soms was het transect geringer van omvang, omdat een grotere hoeveelheid organisch materiaal op de bodem ook werd meegenomen bij het vangen van de macrofauna. Zowel het water in de oeverzone, het water aan de oppervlakte als het dieper gelegen water tot aan de bodem werd bemonsterd. De oeverzone en de bovenste waterlaag werden met korte, snelle voorwaartse bewegingen bemonsterd en het dieper gelegen water tot aan de bodem met diepe, lange halen. De maximale diepte in de transecten bedroeg ± 1 m. De watermonsters werden op het laboratorium volledig onderzocht op macrofauna.

3.7.2. Monsternamen van de macrofauna in de bodem

In de vier onderzochte systemen zijn op acht data (zie tabel 3 monsterdata) kwantitatieve macrofauna-bodemmonsters genomen. Dit is gebeurd volgens de methode beschreven in paragraaf 3.4. Van deze bodemmonsters zijn eerst diverse fysisch-chemische parameters bepaald. Het overige materiaal van het monster is gebruikt voor de kwantitatieve analyse van de macrofauna. Daar de hoeveelheid bodem, gebruikt bij de fysisch-chemische bepalingen, in vergelijking met de overgebleven bodem relatief klein is, kan deze verwaarloosd worden bij het berekenen van de "standing crop" van de macrofauna.

Tot aan het uitzoeken zijn de bodemmonsters bewaard in een koelcel bij 4° C. De bodem is over een zeef met een maaswijdte van 0,5 mm uitgespoeld. Er is getracht alle macrofauna, zonder optische hulpmiddelen, in witte bakken uit te zoeken. De macrofauna is per monsterpunt en per locatie geconserveerd en grotendeels gedetermineerd (zie paragraaf 3.7.3.).

Daar het aantal gevangen exemplaren van *Chironomidae* en *Oligochaeta* op één locatie van een systeem erg groot kan zijn, is soms met submonsters gewerkt. Dit betekent, dat de helft of een kwart van die diergroep gedetermineerd is en dat de rest geteld is. De verhouding van de gedetermineerde exemplaren is omgerekend naar het totale aantal exemplaren. Gezien de geringe afmetingen van de *Nematoda* zijn deze niet kwantitatief verzameld. Wel zijn deze wormen bij het minimum aantal gevonden taxa meegeteld.

Na determinatie of scheiding op groep is van groepen macrofauna het asvrij drooggewicht bepaald. Hiervoor is de macrofauna eerst 6 uur bij 105° C gedroogd en vervolgens 3 uur bij 550° C uitgedroogd. Het verschil tussen drooggewicht (DW) en asgewicht (AW) geeft het asvrij drooggewicht (AFDW). Het asvrij drooggewicht is een maat voor de hoeveelheid organisch materiaal.

3.7.3. Conserveren en determineren

De macrofauna is direkt na het uitzoeken geconserveerd in 70% ethanol. De *Plathelminthes* zijn levend gedetermineerd. De *Hydracarina* werden geconserveerd in Koenicke (glycerine:azijnzuur:water=5:2:3). Wanneer er veel exemplaren in een potje zaten, werd de ethanol minstens één maal verversd. Na tellen of determineren is ook steeds de ethanol vervangen. Determinaties geschieden m.b.v. een binoculair of, indien nodig, onder een microscoop.

Voor de determinaties zijn de volgende sleutels gebruikt:

- Algemeen:* Brohmer, P., 1979. Fauna von Deutschland. Quelle u. Meyer, Heidelberg, 581 pp.
Macan, T.T., 1975, A guide to freshwater invertebrate animals. Longman, London, 118 pp.
- Oligochaeta:* Brinkhurst, R.O., 1971. A guide for the identification of British aquatic *Oligochaeta*. F.B.A., Scient. Publ. no. 22, 55 pp.
- Hirudinea:* Dresscher, Th.G.N., Engel, H. & Middelhoek, A., 1960. De Nederlandse bloedzuigers (*Hirudinea*). KNNV no. 39, 60 pp.
- Gastropoda:* Gloer, P., Meier-Brook, C. & Ostermann, O., 1980. Süßwassermollusken. Deut. Jugendb. Naturbeob., Hamburg, 74 pp.
Janssen, A.W., de Vogel, E.F., 1965. Zoetwatermollusken van Nederland. Nederl. Jeugdb. Natuurst., Amsterdam, 160 pp.
Macan, T.T., 1977. A key to the British fresh- and brackish

- water Gastropods. F.B.A., Scient. Publ. no.13, 46 pp.
- Ephemeroptera*: Gijssels, R., 1966. Haftenlarvetabel. Belg. Jeugdb. Natuurst., Gent, 25 pp.
- Macan, T.T., 1970. A key to the British species of *Ephemeroptera* with notes on their ecology. F.B.A., Scient. Publ. no.20, 68 pp.
- Odonata*: Aguesse, P., 1968. Les Odonates de l'Europe occidentale, du Nord de l'Afrique et des Iles Atlantiques. Masson et Cie: 206-248.
- Franke, U., 1979. Bildbestimmungsschlüssel mitteleuropäischer Libellen-larven (*Insecta: Odonata*). Stuttgarter Beitr. Naturk. 333: 1-17.
- Gardner, A.E., 1955. A key to the larvae of the British *Odonata*, Appendix I. Entomologists' Gazette, 5:157-171 & 193-223; Entomologists' Gazette, 6:94-95.
- Geijskens, D.C. & v. Tol, J., 1983. De libellen van Nederland. KNNV, Thieme & Cie, Zutphen, 368 pp.
- Heteroptera*: Nieser, N., 1982. De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen (*Heteroptera: Nepomorpha* en *Gerrhormorpha*). KNNV no. 155, 78 pp.
- Megaloptera*: Elliot, J.M., O'Connor, J.P. & O'Connor, M.A., 1979. A key to the larvae of *Sialidae* (*Insecta: Megaloptera*) occurring on the British Isles. Freshwat. Biol., 9: 511-514.
- Trichoptera*: Hickin, N.E., 1967. Caddis larvae. Hutchinson, London, 476 pp.
- Higler, L.W.G., sine dato. Determinatiesleutel *Trichoptera*, concept.
- Hiley, P.D., 1976. The identification of British Limnephilid larvae (*Trichoptera*). Syst. Entom., 1: 147-167.
- Coleoptera*: Drost, B. & Schuyer, M., 1978. Coleoptera Aquatica. N.J.N., 222 pp.
- Nematocera*: Fittkau, E.J., 1962. Die *Tanypodinae* (*Diptera: Chironomidae*). Akademie Verlag, Berlin, 453 pp.
- Kalugina, N.S., 1961. Taxonomy and development of *Endochironomus albipennis* Mg., *E. tendens* F. and *E. impar* Walk. (*Diptera, Tendipedidae*). Ent. Obozr., 40:900-919.
- Klink, A., sine dato. Determinatie-tabel voor de poppen en larven der Nederlandse *Tanytarsini*. Deel 1: Algemene tabellen. Wageningen, 47 pp.

- Moller Pillot, H.K.M., 1984a. De larven der Nederlandse *Chironomidae* (Diptera) 1A (Inleiding, Tanypodinae & Chironomini). Nederlandse Faunistische Mededelingen, Centraal Bureau Nederland van de European Invertebrate Survey, Leiden, 277 pp.
- Moller Pillot, H.K.M., 1984b. De larven der Nederlandse *Chironomidae* (Diptera) 1B (Orthocladiinae sensu lato). Nederlandse Faunistische Mededelingen, Centraal Bureau Nederland van de European Invertebrate Survey, Leiden, 175 pp.
- Nilssen, J.P., 1974. On the ecology and distribution of the Norwegian larvae of *Chaoborus* (Diptera, Chaoboridae). Norsk Ent. Tidsskr., 21: 37-44.
- Parma, S., 1969. Notes on the larval taxonomy, ecology and distribution of Dutch *Chaoborus* species (Diptera, Chaoboridae). Beaufortia, 17: 21-50.
- Wilson, R.S. & Mc.Gill, J.D., 1982. A practical key to the genera of pupal exuviae of the British *Chironomidae*. University of Bristol: 1-9.

De *Pisidiidae* zijn gedetermineerd door Prof. J. Kuiper, de *Coleoptera* uit de bodemmonsters door Dr. G. v. d. Velde. De referentiecollectie van de *Chironomidae* is gecontroleerd door Dr. H. K. M. Moller Pillot, de *Coleoptera* uit de watermonsters en de *Heteroptera* zijn gecontroleerd door Dr. G. v. d. Velde. De referentiecollectie van de *Oligochaeta* is gecontroleerd door Ir. P. F. M. Verdonchot.

3.7.4. Minimumareaalbepalingen

Om een indruk te krijgen van het aantal bodemonsters, dat nodig is voor een representatief beeld van de macrofauna in de bodem, zijn naar analogie van Leuven (1981) en Bijlmakers (1983) minimumareaalbepalingen uitgevoerd. Er werd niet gewerkt volgens de methode van Braun-Blanquet, waarbij het monsteroppervlak steeds verdubbeld wordt. Het aantal te nemen bodemonsters wordt bij deze methode al snel zo groot, dat het uitzoeken ervan meer dan drie weken gaat kosten.

Voor de bepalingen werden op de eerste monsterdatum in alle vennen een groot aantal bodemonsters genomen m.b.v. de steekbuis en de Birge-Ekman-bodemhapper. Alle monsters werden afzonderlijk uitgezeefd en uitgezocht. Vervolgens werd voor elke locatie het gemiddelde aantal individuen en taxa bepaald, evenals het totaal aantal taxa in de monsters. De minimumareaalbepalingen zijn verwerkt in bijlage 10, 11 en 12.

Op basis van deze grafieken is gekozen voor 10 steekbuis-monsters in minerale bodem, 6 steekbuismonsters in organische bodem en 4 monsters met de bodemhapper uit het midden van de vennen. Voor enkele locaties kon niet het minimumareaal bemonsterd worden. Een groter aantal bodemonsters gaat in dergelijke situaties echter gepaard met een onevenredig langere uitzoektijd. Omdat regelmatig gemonsterd is, geven de resultaten ook in dergelijke situaties een redelijk beeld van de bodemfauna.

De faunasamenstelling is niet constant, maar verandert door het seizoen heen. Daarom is het eigenlijk nodig om op elke monsterdatum minimumareaalbepalingen uit te voeren. De bepalingen zijn echter vroeg in het jaar uitgevoerd. Het aantal individuen is dan lager dan in het voorjaar en de zomer. Uit onderzoek van Dederen et al (1982) is gebleken, dat het minimumareaal kleiner wordt, naarmate het aantal individuen groter wordt. Op grond daarvan is aangenomen, dat het aantal monsters toereikend is, om een redelijke indruk te krijgen van de macrofaunasamenstelling in de bodem.

3.8. VISSSEN EN AMFIBIEËN

Gedurende het voorjaar en de zomer werden alle vennen m.b.v. een schepnet geïnventariseerd op eilegsels, larven, juvenielen en adulten van amfibieën. Tijdens deze inventarisaties zijn ook alle waargenomen vissoorten genoteerd. Om een goede indruk te krijgen

van de vissamenstelling, zijn alle vier de vennen eenmalig en gedurende de gehele dag met een groot vistuig bemonsterd. Hierbij is gebruik gemaakt van een schep- en kruisnet, twee staande netten met wargarens (knoopafstand 7 cm), twee tweevleugelige fuiken (hoepelhoogte 55 cm) en een zegen met kuil (45-2 m).

Voor een uitvoerige beschrijving van de inventarisatie-methoden voor vissen (en amfibieën) wordt verwezen naar Christiaans (1983) en Oyen (1984).

3.9. VOGELS

De watervogels op en rond de vennen zijn kwalitatief geïnventariseerd. In tabel 3 worden de data gegeven, waarop de vogelwaarnemingen betrekking hebben. De vennen zijn meestal tweewekelijks gedurende een korte tijd bezocht. Door alle waarnemingen te combineren wordt een redelijk beeld van de aanwezige watervogels gegeven.

3.10. MACROFYTEN

De vennen zijn gedurende 1984 door Drs.G.H.P.Arts, Drs.L.H.T. Dederen, Prof.C.den Hartog, Drs.R.S.E.W.Leuven, J.G.M.Roelofs, J.A. v.d.Velden en P.J.M.Verbeek incidenteel onderzocht op macrofyten-samenstelling. Alle waargenomen soorten zijn gecombineerd tot één lijst.

3.11. HISTORISCH ONDERZOEK

Parallel aan het veld- en laboratoriumwerk werd ook historisch onderzoek verricht. Hiertoe werden de archieven van de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland ('s Graveland), het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (Leersum) en Staatsbosbeheer (Utrecht) en talrijke publicaties onderzocht op bruikbare gegevens. Door historische data van de vier vennen te vergelijken met de huidige gegevens, kan worden aangegeven welke veranderingen er zijn opgetreden in de waterkwaliteit, flora en fauna. In tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de geraadpleegde literatuur. In deze tabel wordt tevens vermeld op welke gegevens deze literatuur betrekking heeft.

Tabel 4. Een overzicht van de beschikbare literatuur over de onderzochte vennen.

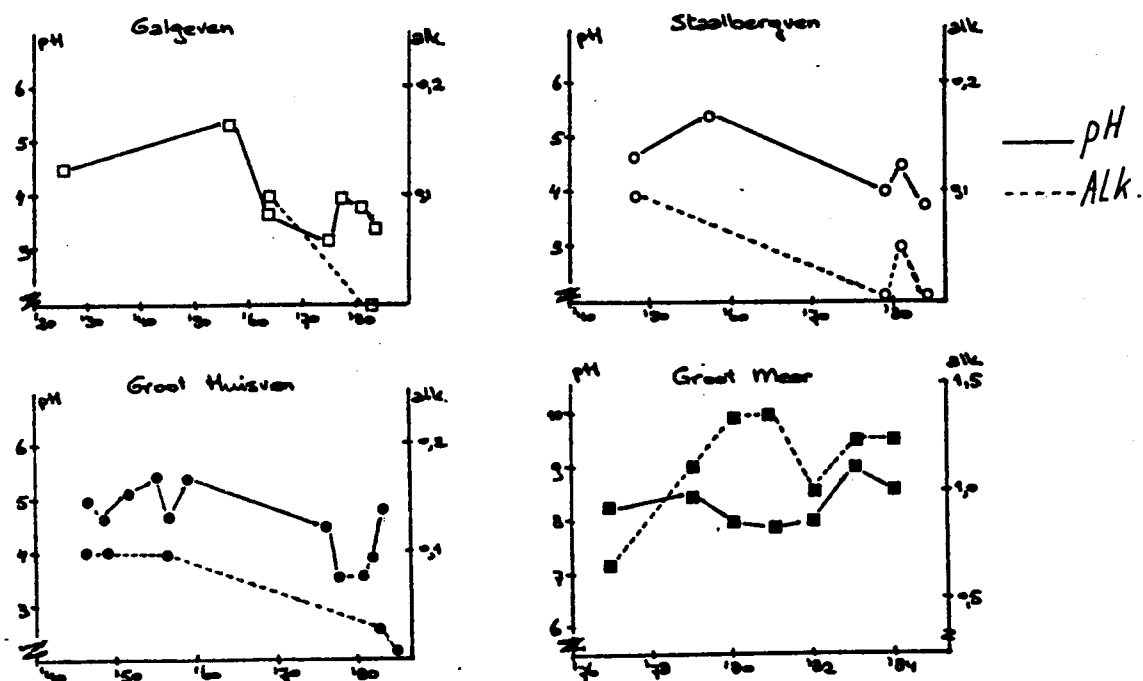
	Galgeven	Staalbergven	Groot Huisven	Grootmeer	Macrofyten	Microflora	Microfauna	Macrofauna	Vissen	Amfibieën	Vogels	Fys./ Chem.
Anonymous, 1923	.				.							
Beye, pers. med.			.		.							
Beye, 1976			.		.							
Bergmans, 1926; 1928		.			.						.	
de Bie & Maenen, 1984	.	.	.		.	.	.					.
Bijlmakers, 1984		.	.		.			.				.
Bronnen et al, 1977	.	.	.		.			.				.
Buskens, 1983	.	.	.		.			.				.
Christiaans, 1983	.	.	.		.			.				.
Cools & Cools, 1980	.	.	.		.			.		.		.
van Dam & Kooyman van Blokland, 1978	.	.	.		.	.		.				.
van Dam et al, 1981	.	.	.		.	.		.				.
van Dam, 1980; 1983	.	.	.		.	.	.	.				.
Deinum, 1936	.	.			.			.	.			.
van Donselaar, 1957				.	.			.				.
Eeken, 1985	.	.	.		.			.				.
Gemeente Vessem, 1984				.				.				.
Glas, 1957	.	.	.		.			.				.
Glas, 1959	.	.	.		.			.				.
Glas & Peters, 1959		.	.		.			.				.
van de Griendt, 1933		.	.		.			.				.
Heijligers, 1985	.	.	.	.	.			.		.		.
van Heum, 1919		.	.		.			.				.
Heusden & Meijer, 1949		.	.		.			.				.
Hirschfeld, 1923		.	.		.			.				.
Hofman & Jansen, 1985	.	.	.		.			.				.
van Kessel, 1983; 1984		.	.	.	.			.				.
Klink, 1983			.		.			.				.
Koster, 1942		.	.		.			.				.
Kwakkestein, 1977	.	.	.		.			.				.
Leuven, 1984		.	.		.			.				.
Lorié, 1918	.				.			.				.
Lüsling, 1976				.	.			.				.
Moller Pillot, 1957	.				.			.				.
Mörzer Bruyns & Passchier, 1943			.		.			.				.
Mörzer Bruyns, 1955			.	.	.			.				.
Natuurwetenschappelijke Commissie, 1973	.				.			.				.
Ned. Jeugdb. Natuur- studie, 1944		.			.			.				.
Oyen, 1984	.	.	.	.	.			.	.			.
Piek, 1975		.	.		.			.				.
Roelofs, ongepubl. data	.	.	.		.			.				.
Schoof-van Pelt, 1973	.	.	.		.			.				.
Sissingh, 1941-1943	.	.	.		.			.				.
Sleen, 1918		.	.		.			.				.
Sloff, 1928; 1942		.	.		.			.				.
Staatsbosbeheer, 1972		.	.		.			.				.
van Steenis, 1923		.	.		.			.				.
Swinkels, 1983			.		.		.	.				.
Thijssse, 1921; 1927; 1937	.	.	.		.			.				.
der Tombe, 1911	.		.		.			.				.
Vanhemelrijk, 1985	.	.	.		.			.				.
van der Veen, 1954; 1955; 1956	.	.	.		.			.				.
van der Velden et al, 1984			.	.	.			.				.
van der Velden & Verbeek, 1984			.	.	.			.				.
Ver. Beh. Natuurmon., 1960			.		.			.				.
Verschoor, 1977		.	.		.			.				.
van der Voo, 1957	.		.		.			.				.
Westhoff & van Dijk, 1951			.		.			.				.
Westhoff & van der Voo, 1958			.		.			.				.

4. RESULTATEN

Allereerst worden de water- en bodemkwaliteit van de vennen behandeld aan de hand van de in het veld en in het laboratorium verkregen gegevens van de verschillende fysisch-chemische parameters. Verder wordt er gepoogd deze parameters te correleren met de resultaten van het microflora-, microfauna- en macrofauna onderzoek. Tenslotte wordt er nog enige aandacht besteed aan vis-, amfibie- en vogelwaarnemingen en de macrofyten-samenstelling van de vier vennen. De grafieken en tabellen, waarnaar verwezen worden, zijn deels opgenomen in de tekst, deels in de bijlagen.

4.1. WATERKWALITEIT

Uit historische gegevens (figuur 4) blijkt het volgende: in het Galgeven lag de pH tot de jaren zestig rond de 5 en zakte toen snel tot het huidige niveau van 3,3. Gepaard met deze daling nam de alkaliniteit af en deze is nu al een aantal jaren 0. Ook in het Staalbergven trad naast een pH-daling van rond de 5 aan het eind van de jaren vijftig tot een huidige van 3,7, een afname van de alkaliniteit op. In het Groot Huisven lag de pH aan het eind van de jaren veertig rond de 4,7, fluctueerde sterk en bereikte zijn laagste waarde van 3,5 rond 1980. Dit jaar werd een

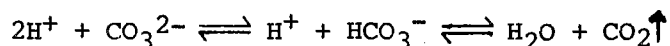


Figuur 4. Tijdreeksen voor de zuurgraad en alkaliniteit van de onderzochte vennen. De waarden in de grafieken zijn jaargemiddelden. Voor de basisgegevens wordt verwezen naar Kersten(1985 a , b).

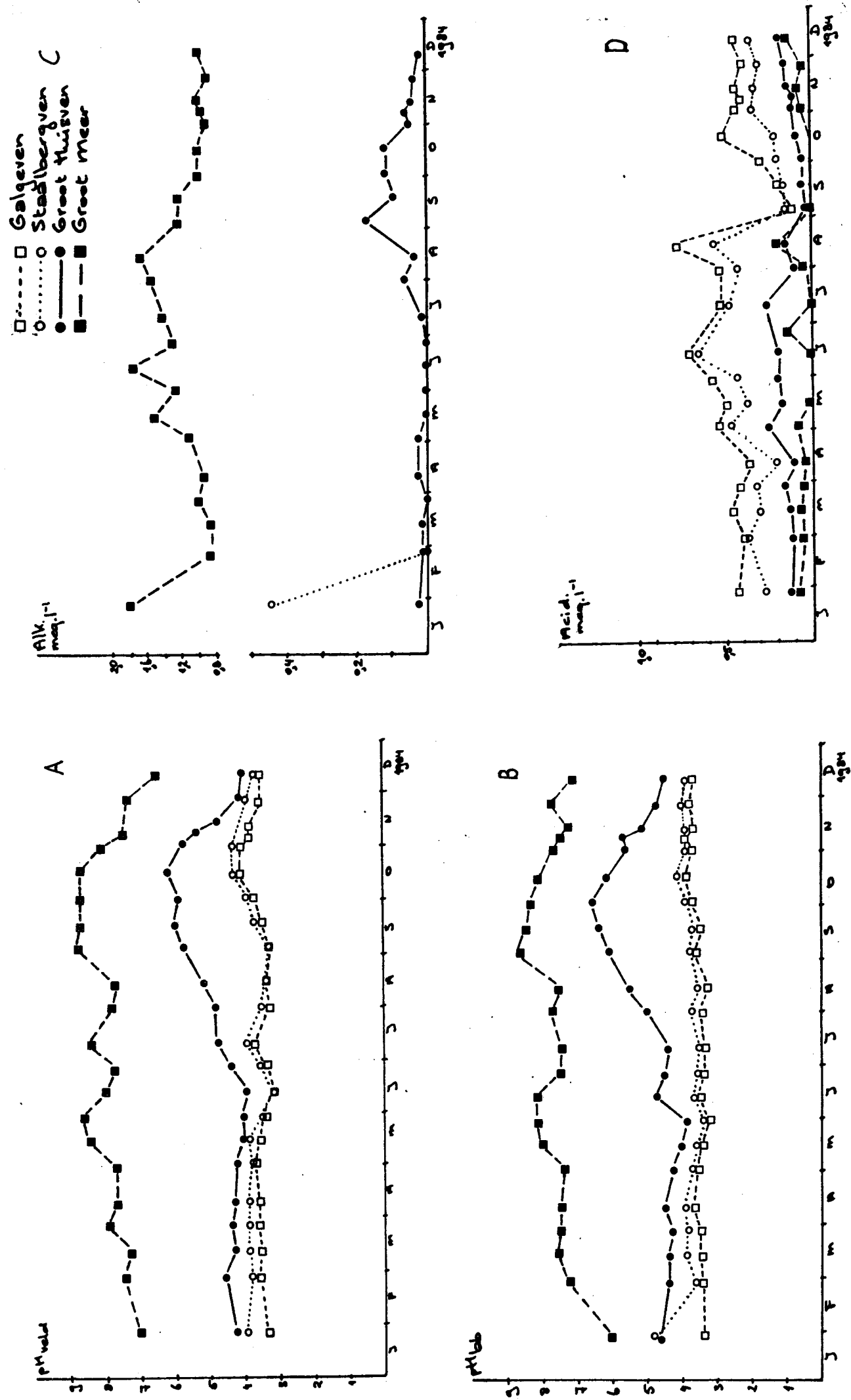
gemiddelde waarde van 4,8 gemeten. De alkaliniteit daarentegen is blijven dalen en is bijna afgenomen tot 0.

De fluctuaties, die zich in de grafieken voordoen, zijn voor een groot deel te wijten aan de verschillende manieren waarop de pH in de loop der jaren bepaald werd. De trend in de grafieken van het Galgeven, Groot Huisven, en het Staalbergven is echter gelijk en toont een duidelijke afname van de pH en de alkaliniteit. In het Grootmeer, het enige niet verzuurde ven, is de pH vrij constant gebleven, terwijl de alkaliniteit is toegenomen. De fluctuaties in de alkaliniteit worden veroorzaakt door de inlaat van spoelwater van kalkfilters (zie paragraaf 3.1.).

De gegevens van de pH (wanneer er gesproken wordt over pH, zijn steeds de waarden van de veld-pH aangehouden), alkaliniteit en aciditeit van 1984 staan in figuur 5. De pH van het Galgeven lag dit jaar rond een gemiddelde waarde van 3,5. De alkaliniteit is 0, hetgeen wil zeggen dat het Galgeven geen (bi)carbonaat buffercapaciteit meer bevat. De input van H^+ -ionen via de neerslag leidt tot een verschuiving van het evenwicht van de reactie:



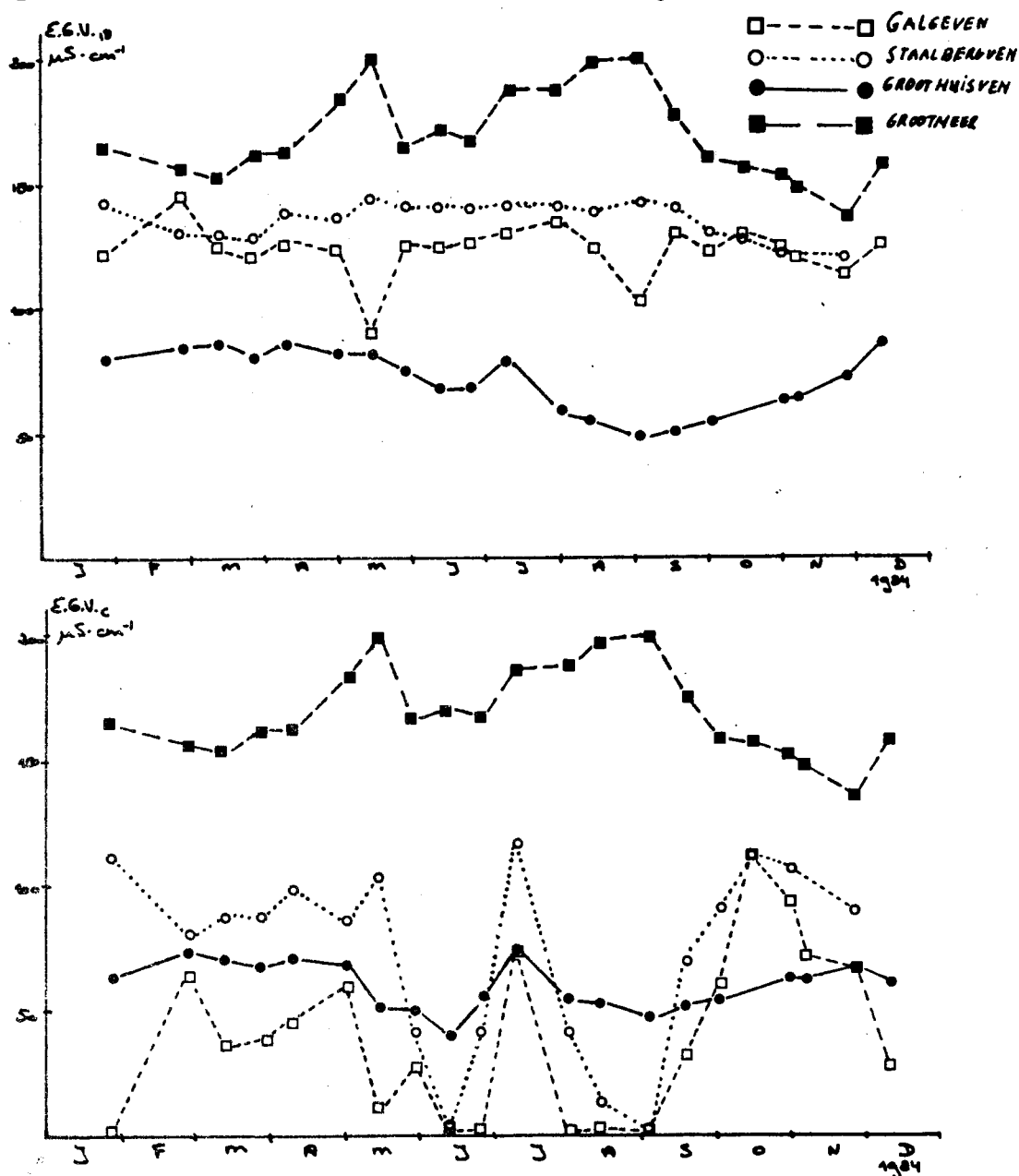
naar rechts. Carbonaat en bicarbonaat worden omgezet in CO_2 . Deze toename in de CO_2 -concentratie gaat gepaard met een toename van de aciditeit. De aciditeit is dan ook het hoogst in het Galgeven. De pH van het Staalbergven vertoont, net als die van het Galgeven, weinig fluctuaties en heeft een gemiddelde waarde van 3,7. De pH is niet, zoals verwacht werd in de zomer ten gevolge van waterinlaat en/of recreatie en de hiermee gepaard gaande toevoer van bufferstoffen gestegen. Een verschijnsel dat zich in voorgaande zomers wel voordeed. Het lijkt erop of eind januari nog enige buffercapaciteit aanwezig is, maar dit monster werd vanuit de oever onder ijs verkregen. In de rest van het jaar is de alkaliniteit 0. De aciditeit stijgt in de zomer tot een waarde van $0,5 \text{ meq.l}^{-1}$. Het Groot Huisven heeft een gemiddelde pH van 4,8. Tot half juni schommelt de pH rond de 4,3, stijgt dan tot een maximum van 6,2 in de herfst en daalt vervolgens weer tot waarden welke gemeten werden in het begin van 1984. Ook de alkaliniteit begint in juni te stijgen, terwijl de aciditeit begint te dalen. De alkaliniteit daalt in november weer. De pH van het Grootmeer vertoont in de loop van het jaar grote fluctuaties. De gemiddelde waarde is 8,1. De buffercapaciteit van het water is hoog, hetgeen mede veroorzaakt wordt door de reeds genoemde waterinlaat (zie paragraaf 3.1.). Door de inlaat van (bi)carbonaat houdend water kan de buffercapaciteit redelijk constant gehouden worden en de potentieel verzurende depositie blijkbaar voldoende geneutraliseerd worden.



Figuur 5. De gemeten waarden van de pH in het veld (A), de pH in het laboratorium (B), de alkaliniteit (C) en de aciditeit (D) van de vier onderzochte vennen.

Bij vergelijking van figuur A en figuur B blijkt dat er een klein verschil bestaat tussen de pH gemeten in het veld en de pH gemeten in het laboratorium. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door het schudden van het water tijdens het transport, waardoor CO_2 in de oplossing gaat en zo van invloed is op de pH, anderzijds levert de activiteit van het fytoplankton een bijdrage aan deze pH-veranderingen van het watermonster.

Het elektrisch geleidend vermogen (E.G.V.) wordt bepaald door de totale som van de anionen en kationen. Het E.G.V. gekorrigeerd voor de temperatuur (E.G.V.₁₈) is weergegeven in figuur 6A en het E.G.V. gekorrigeerd voor de temperatuur en voor de H^+ -concentratie (E.G.V._c) in figuur 6B.



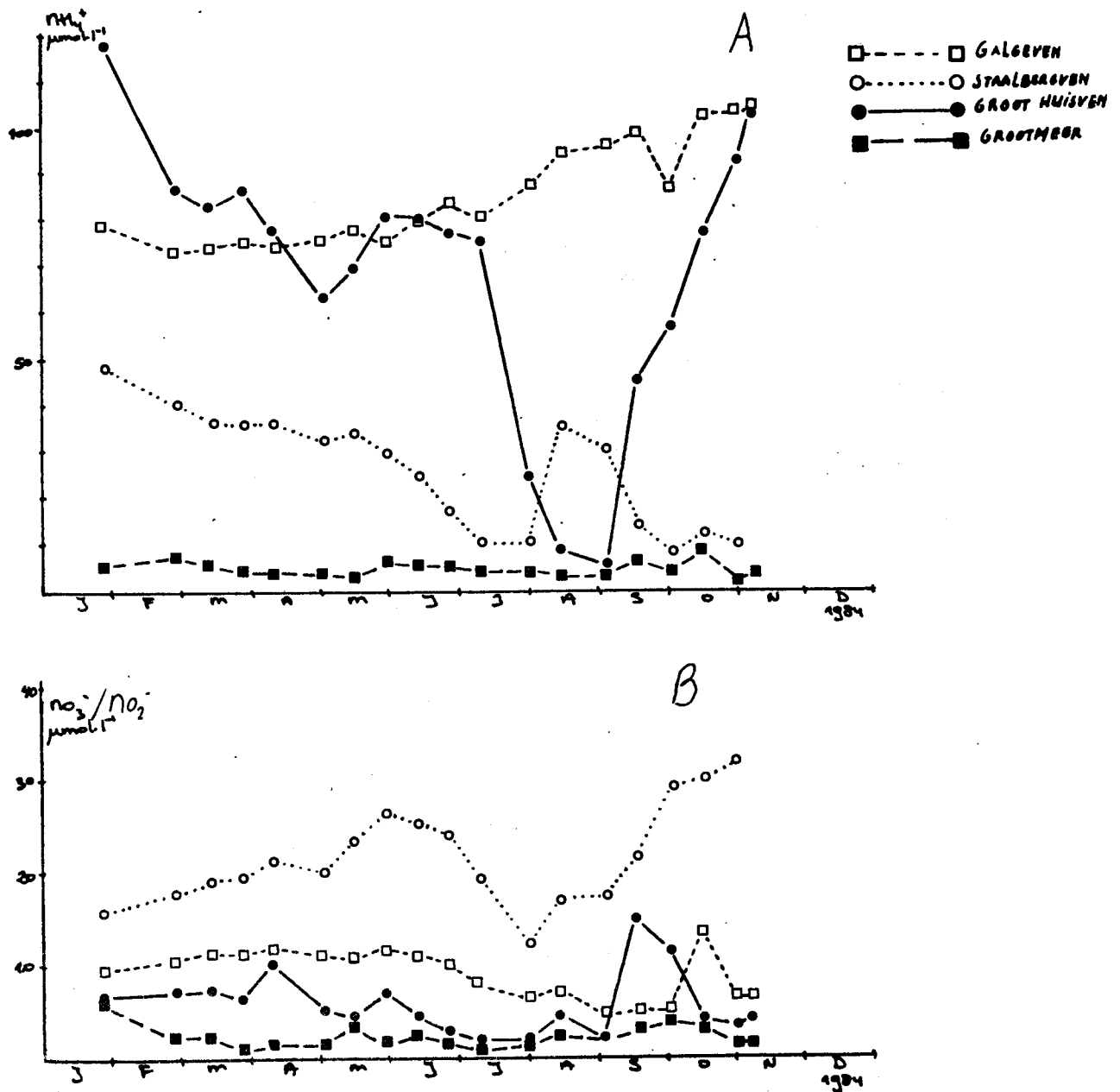
Figuur 6. Het E.G.V. gekorrigeerd voor de temperatuur (A) en het E.G.V. gekorrigeerd voor de temperatuur en de H^+ -concentratie (B) van de vier vennen.

Wanneer de H^+ -concentratie hoog is in een ven, dan is het E.G.V._c aanzienlijk lager dan het E.G.V.₁₈. Dit is het geval in het Galgeven en het Staalbergven. Het E.G.V._c en het E.G.V.₁₈ van het Groot Huisven en het Grootmeer komen redelijk met elkaar overeen.

Wanneer het E.G.V.₁₈ van de vier vennen onderling met elkaar vergeleken wordt, blijkt dit hoger te liggen voor het Grootmeer dan voor het Galgeven en Staalbergven en beduidend hoger te liggen vergeleken met het Groot Huisven. Het corrigeren van het E.G.V.₁₈ voor de H^+ -concentratie heeft als gevolg dat het E.G.V._c van het Galgeven en Staalbergven op het zelfde niveau komt te liggen als het E.G.V._c van het Groot Huisven. Het E.G.V._c van het Galgeven en het Staalbergven fluctueert sterk vergeleken met het E.G.V._c van het Groot Huisven. Het E.G.V._c van het Grootmeer vertoont weinig schommelingen en is aanmerkelijk hoger dan het E.G.V._c van de drie andere vennen.

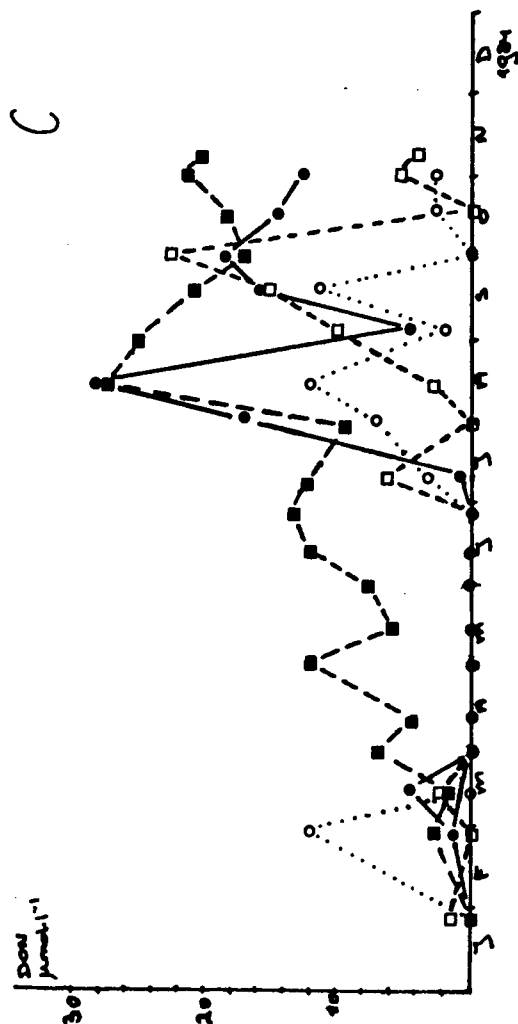
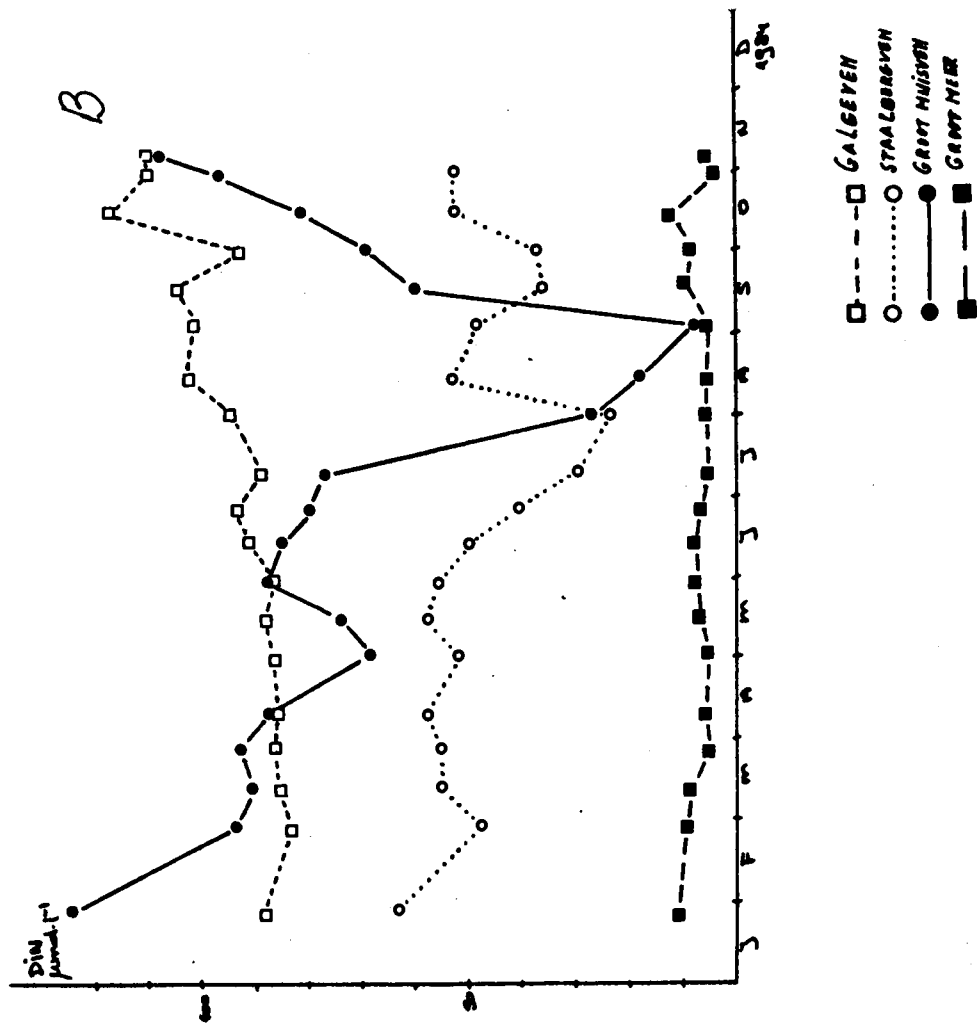
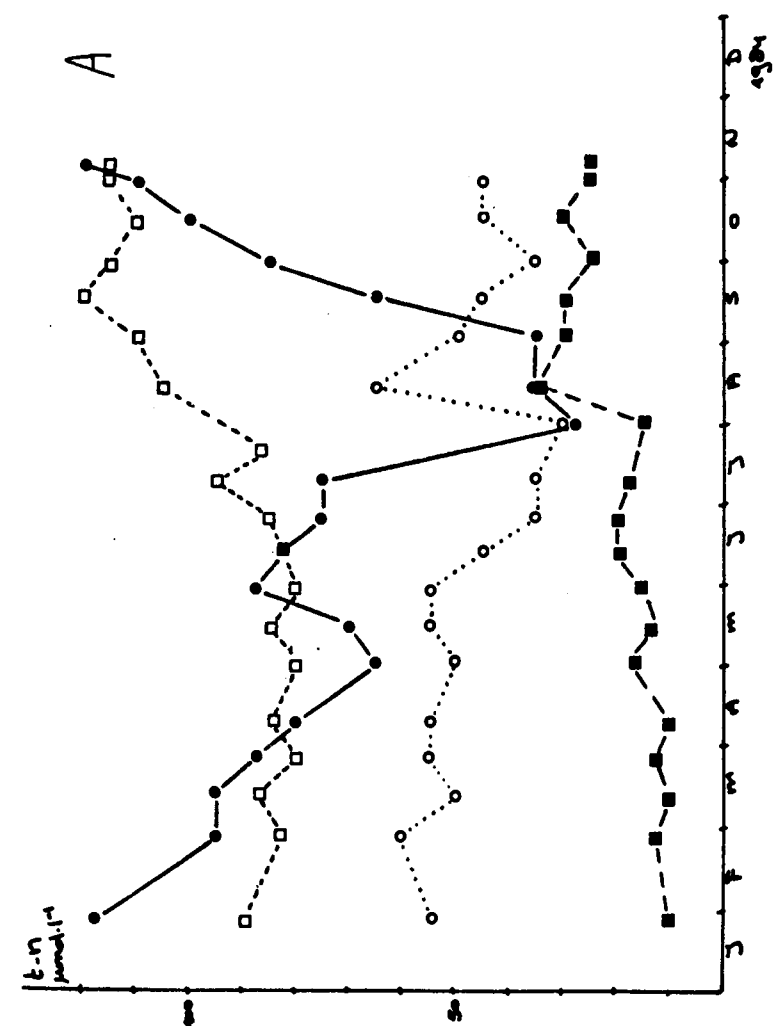
Opgelost stikstof kan in verschillende vormen aanwezig zijn, namelijk als voor de planten opneembare voedingsstoffen NO_3^-/NO_2^- en NH_4^+ (opgelost anorganisch stikstof= het DIN) of als afbraakproduct van organisch materiaal, het opgelost organisch stikstof (DON). NO_3^-/NO_2^- , NH_4^+ en het totale stikstof gehalte (t-N) worden gemeten met de autoanalyser. Het DIN wordt berekend uit de som van NO_3^-/NO_2^- en NH_4^+ concentraties (zie figuur 8B). DON wordt berekend door DIN van t-N af te trekken (zie figuur 8C). Als gevolg van verzuring treden grote veranderingen op in de stikstofhuishouding. Ammonium wordt de dominante stikstofbron. In wateren met een lage pH kan ammonium accumuleren door de hoge input van NH_4^+ via de neerslag, door de afname van de nitrificatie en door het verschuiven van het pH-afhankelijk evenwicht van ammoniak en ammonium in water. Verder kunnen veranderingen in de primaire productie (fytoplankton en macrofyten) en decompositieprocessen gevolgen hebben voor het anorganisch en organisch stikstofgehalte in het water.

Figuur 7A toont dat de ammoniumconcentratie in de zure wateren inderdaad hoger is dan in het basische Grootmeer. De NH_4^+ -concentratie van het Galgeven is tot juli vrij constant, maar neemt dan geleidelijk toe. In het Staalbergven en Groot Huisven daalt de NH_4^+ -concentratie in de zomer. In het najaar stijgt de NH_4^+ -concentratie voor het Groot Huisven tot zijn beginwaarde, terwijl de NH_4^+ -concentratie in het Staalbergven in augustus even weer stijgt, maar vervolgens weer daalt tot zomerwaarden. De stijging in augustus wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de waterrecreatie, die in het Staalbergven plaatsvindt in de zomermaanden. De uitscheiding van urine heeft als gevolg dat de NH_4^+ -concentratie stijgt. De NH_4^+ -concentratie in het Grootmeer is gedurende



Figuur 7. De ammoniumconcentratie(A) en de nitraat/nitrietconcentratie(B) van de vier vennen.

het hele jaar vrij constant. Wanneer figuur 7A en 7B vergeleken worden, valt op dat de ammoniumconcentratie hogere waarden bereikt dan de nitraat/nitrietconcentratie (zie tabel 5). Het verschil tussen de NH_4^+ -concentratie en $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$ -concentratie is in het Staalbergven echter vrij klein. De $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$ -concentratie is in het Staalbergven wel veel hoger dan in de drie andere vennen. In het Staalbergven neemt de $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$ -concentratie toe, wanneer de NH_4^+ -concentratie afneemt. Hier wordt dus NH_4^+ door nitrificatie omgezet in $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$. Het Groot Huisven vertoont deze negatieve correlatie niet. Een sterke daling van de NH_4^+ -concentratie in de zomer heeft niet als gevolg dat in de zomer de $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$ -



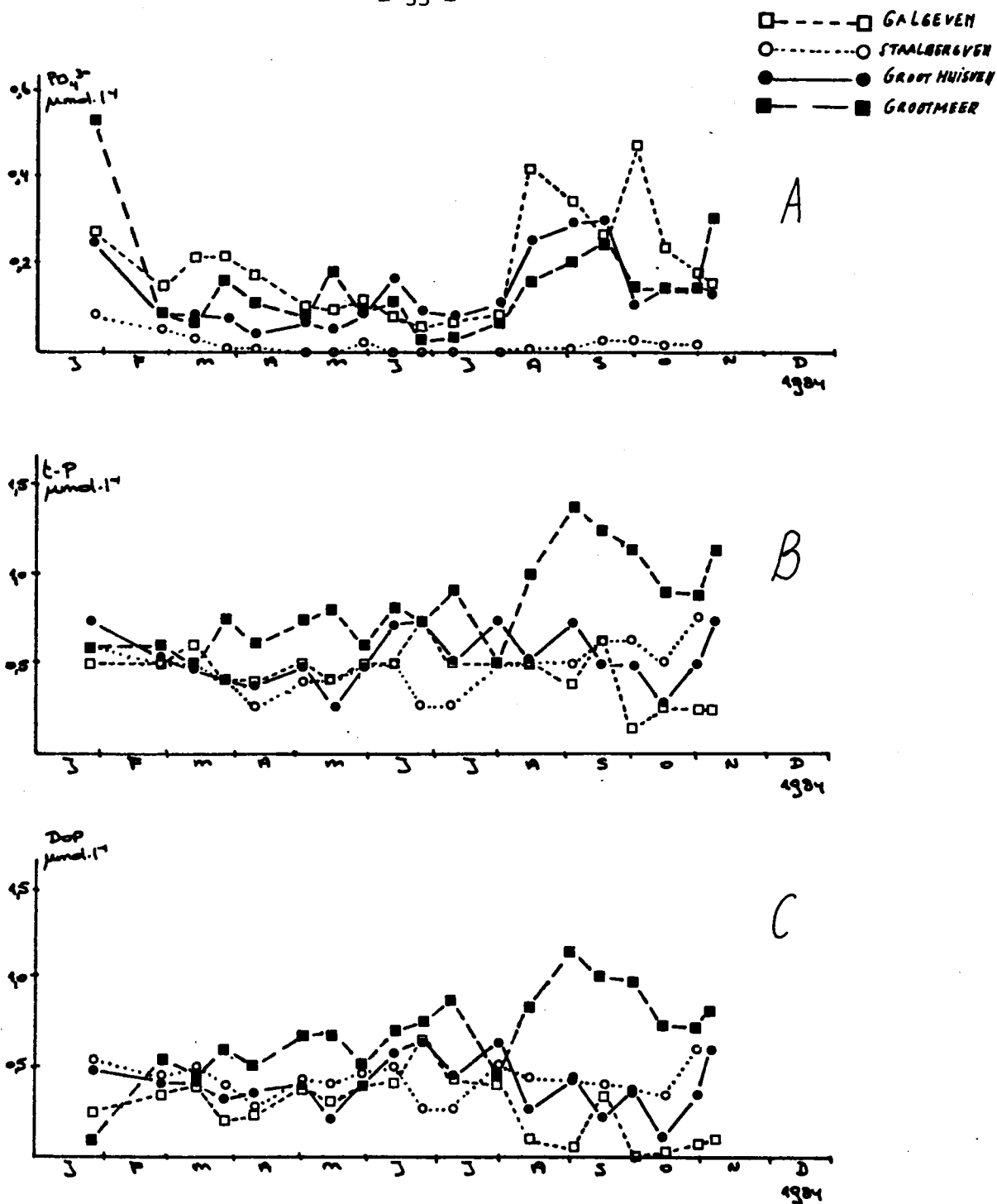
Figuur 8. Het totale stikstofgehalte (A), het opgelost anorganisch stikstof (B) en het opgelost organisch stikstof (C) van de vier vennen.

concentratie toeneemt. De afname van ammonium in het Groot Huisven kan veroorzaakt worden door de bloei van fytoplankton en macrofyten in de zomer, waardoor er meer ammonium opgenomen wordt. Nitrificatie kan ook een oorzaak zijn, maar het gevormde nitraat/nitriet kan worden opgenomen door fytoplankton en macrofyten of denitrificeren. Indien deze processen een belangrijke bijdrage leveren aan de stikstofcyclus, hoeft nitrificatie van ammonium niet gepaard te gaan met een nitraat/nitriet toename. Door een lage biologische activiteit in het Staalbergven wordt er weinig nitraat/nitriet opgenomen en kan dus de nitraat/nitriet concentratie door nitrificatie stijgen.

Opvallend is de overeenkomst tussen figuur 7A (ammoniumconcentratie) en figuur 8B (DIN). Hieruit blijkt weer de geringe bijdrage van nitraat/nitriet voor het totale anorganische stikstof in het water. Figuur 8C toont dat in het Galgeven, Staalbergven en het Groot Huisven alleen in het vroege voorjaar en de late zomer DON aanwezig is. In de late zomer bereikt het DON wel veel hogere waarden dan in het vroege voorjaar. De piek in de nazomer wordt veroorzaakt door het afsterven van organismen die in de zomer tot ontwikkeling zijn gekomen. In het Grootmeer wordt gedurende het hele jaar opgelost organisch stikstof gemeten. Ook in de nazomer bereikt het DON in het Grootmeer zijn hoogste waarden.

Het totale stikstofgehalte (figuur 8A) kan met de autoanalyzer gemeten worden of uit de som van DIN en DON berekend worden. Het DIN blijkt echter soms hoger te zijn dan het t-N. Dit verschil is te wijten aan een onvolledige destructie tijdens de bepaling van het totale stikstofgehalte in water. Wanneer dit verschil zich voordoet, wordt DON gelijk gesteld aan nul.

Het ortho-fosfaat gehalte (figuur 9A) is in de vier vennen het hoogst aan het begin van het jaar en neemt ten gevolge van opname door primaire producenten af. Aan het eind van het jaar neemt de concentratie weer toe. In het staalbergven is de ortho- PO_4^{3-} concentratie het laagst en was zelfs een aantal keren niet te meten. Figuur 9B geeft een beeld van het totale fosfaat gehalte. Dit kan berekend worden door ortho- PO_4^{3-} en opgelost organisch fosfaat (DOP) op te tellen of kan worden gemeten door de autoanalyzer. Het totale fosfaat gehalte (t-P) is hier gemeten, waarna ortho- PO_4^{3-} van t-P is afgetrokken en zo DOP verkregen is. De zure vennen vertonen voor t-P weinig fluctuaties in de loop van het jaar. In het Grootmeer daarentegen loopt de t-P concentratie aan het eind van de zomer op ten gevolge van enerzijds afbraak van plantaardig materiaal, anderzijds wordt er minder fosfaat opgenomen door de primaire producenten.



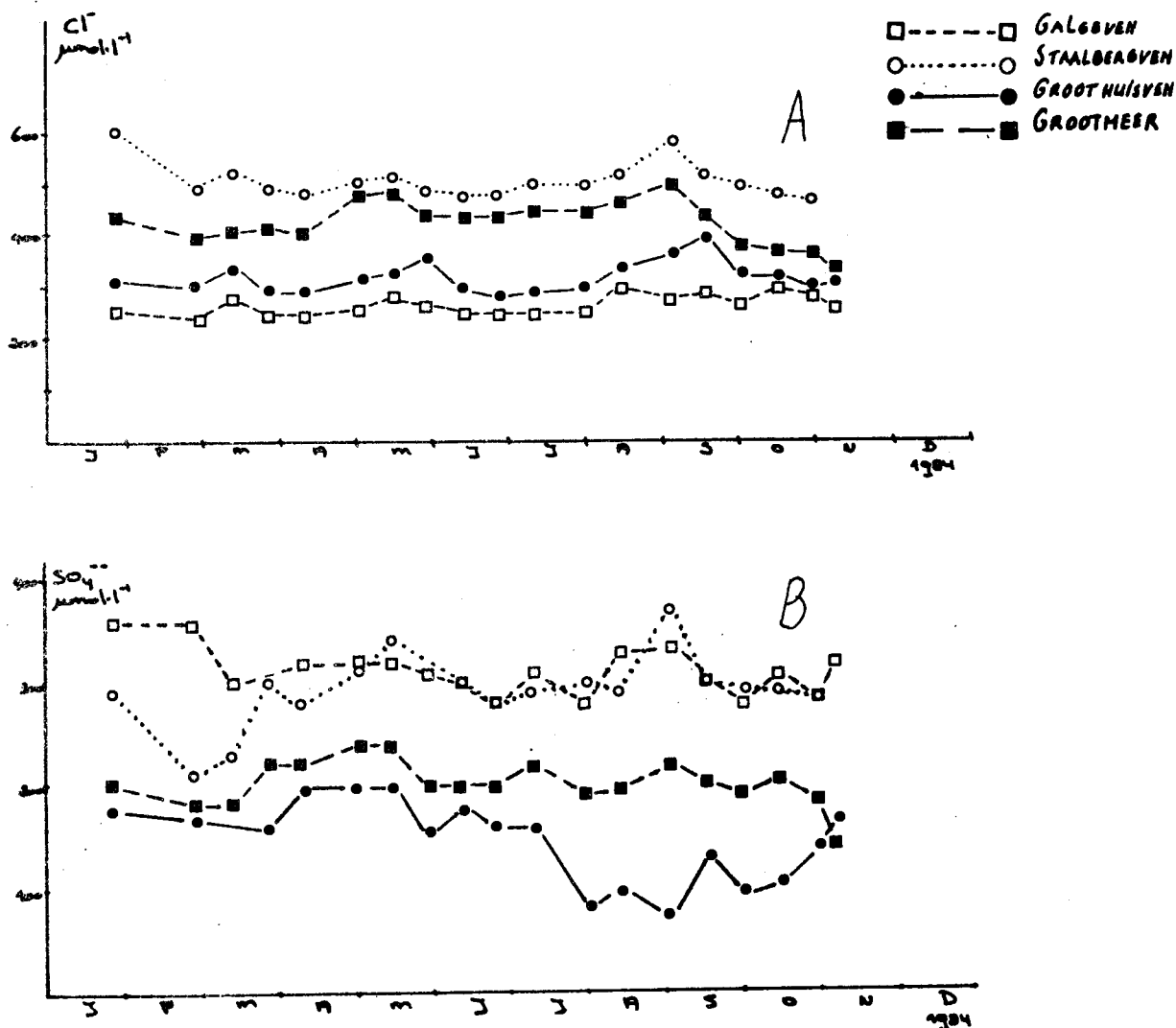
Figuur 9. Het ortho- PO_4^{3-} gehalte (A), het totale fosfaatgehalte (B) en het opgelost organisch fosfaatgehalte (C) van de vier onderzochte vennen.

Het opgelost organisch fosfaatgehalte (DOP, figuur 9C) ligt in de drie zure vennen gemiddeld beneden de $0,5 \mu\text{mol.l}^{-1}$. Het Grootmeer heeft een gemiddelde DOP-waarde van $0,7 \mu\text{mol.l}^{-1}$. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat in een zuur milieu een verminderde afbraak van organisch materiaal plaatsvindt. De figuren DOP en t-P lijken op elkaar, omdat het t-P voornamelijk bestaat uit opgelost organisch fosfaat.

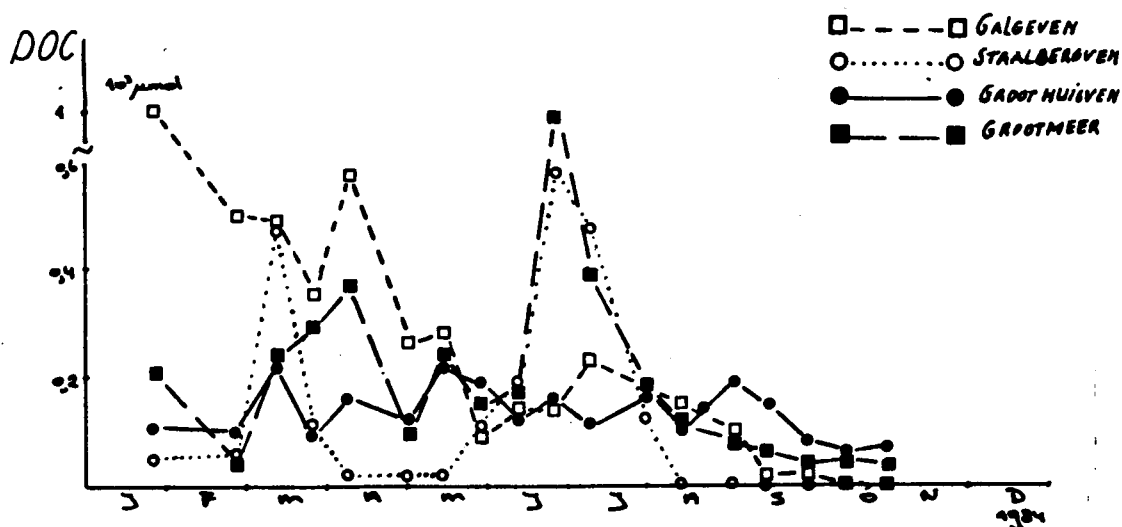
De Cl^- concentraties (figuur 10A) zijn in alle vier de vennen vrij constant. De concentraties lopen wel voor de vier vennen sterk uiteen (zie ook tabel 5). In het Staalbergven is de concentratie het hoogst en in het Galgeven het laagst. Het Groot Huisven ligt voor de Cl^- concentratie boven de waarden van het Galgeven en onder het niveau van het Grootmeer.

De SO_4^{2-} concentratie is in het Staalbergven en het Galgeven het hoogst, terwijl het Groot Huisven onder het niveau van het Grootmeer blijft.

Het organisch C dat in het water opgelost is (DOC), wordt weergegeven in figuur 11. In alle vier de vennen treden er sterke fluctuaties op. Er zijn globaal gezien twee pieken waar te nemen, één in het voorjaar en één in de zomer. Verder valt op dat in het voorjaar het Galgeven een zeer hoge DOC-gehalte heeft en vervolgens daalt in de zomer en in het najaar. In juni zijn de DOC-waarden voor het Grootmeer en het Staalbergven opvallend hoog.



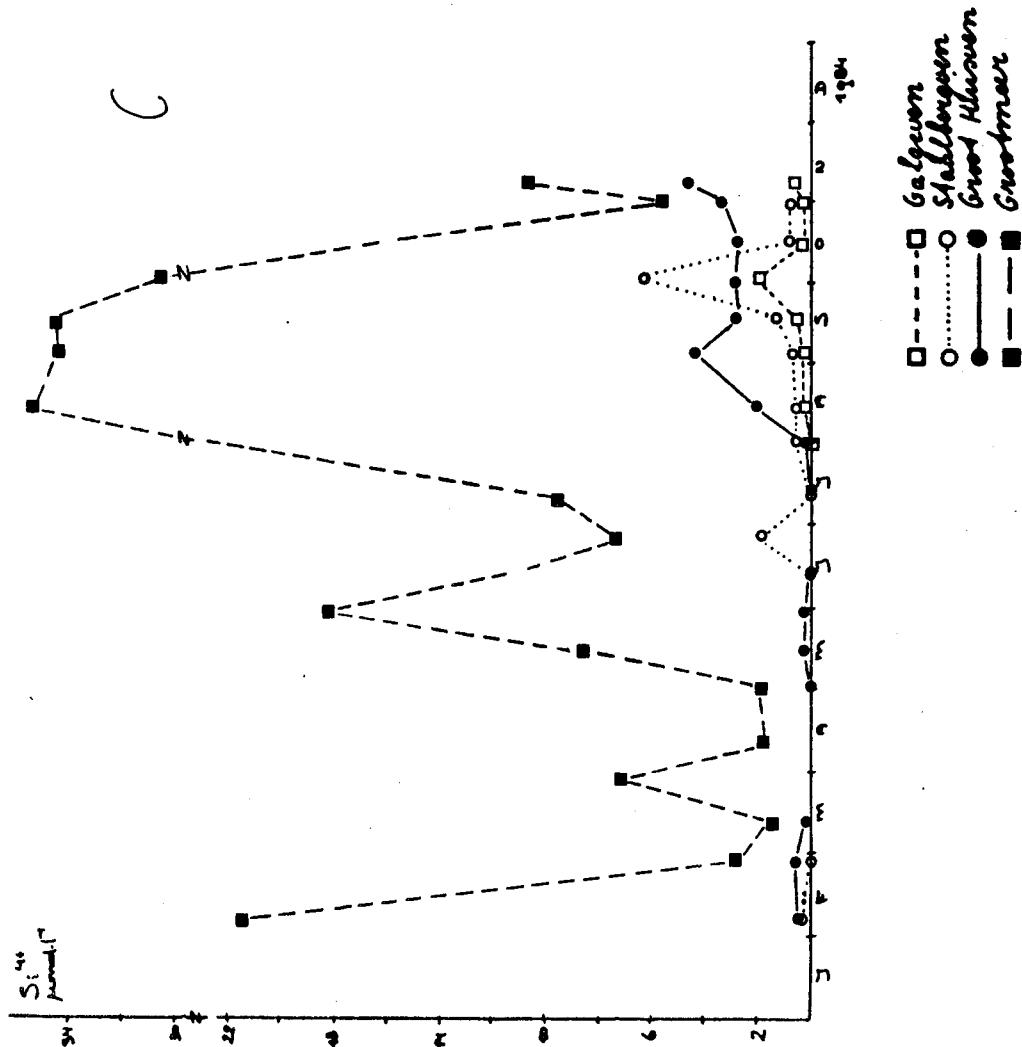
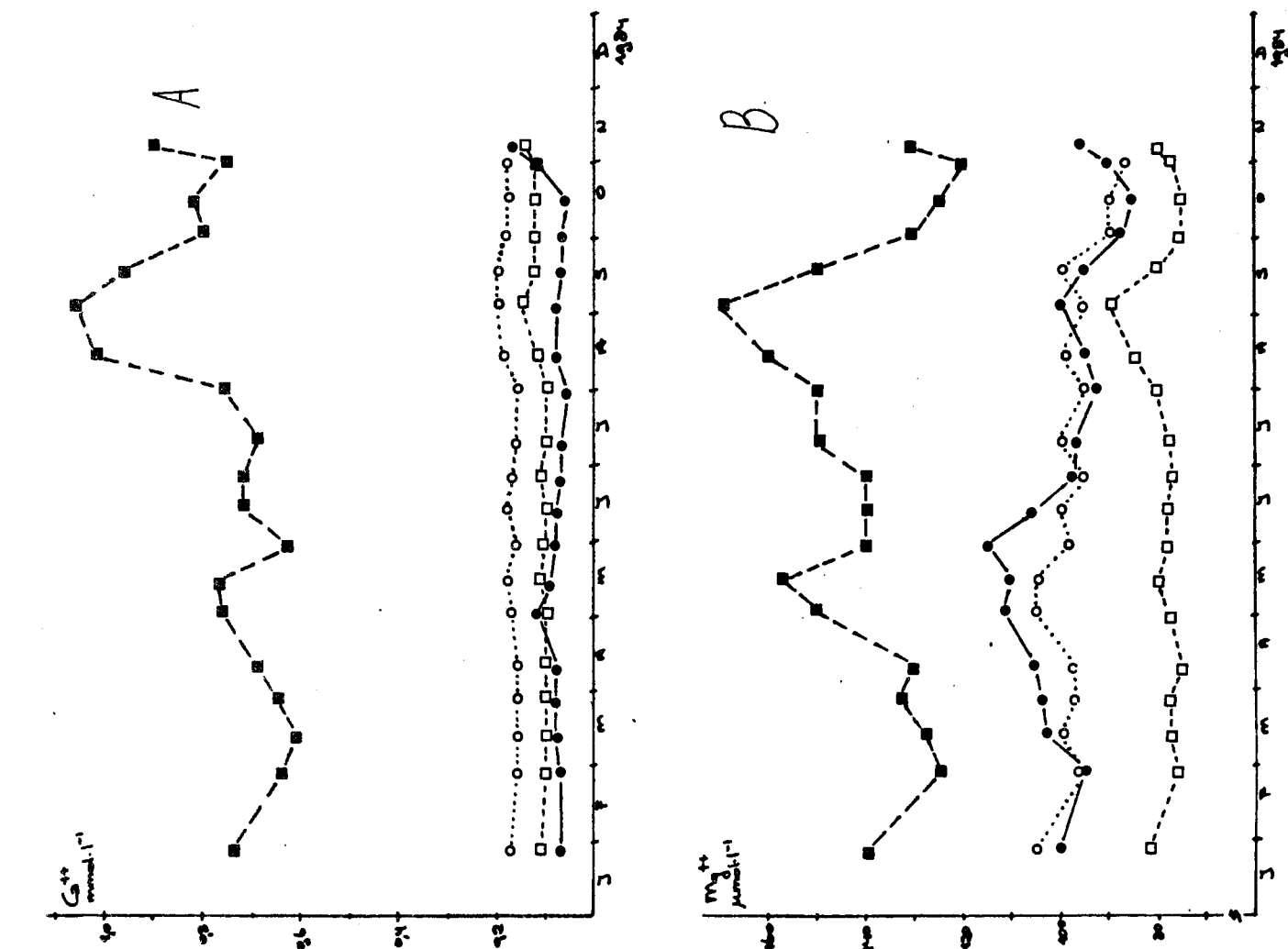
Figuur 10. De Cl^- concentratie (A) en de SO_4^{2-} concentratie (B) van de vier vennen.



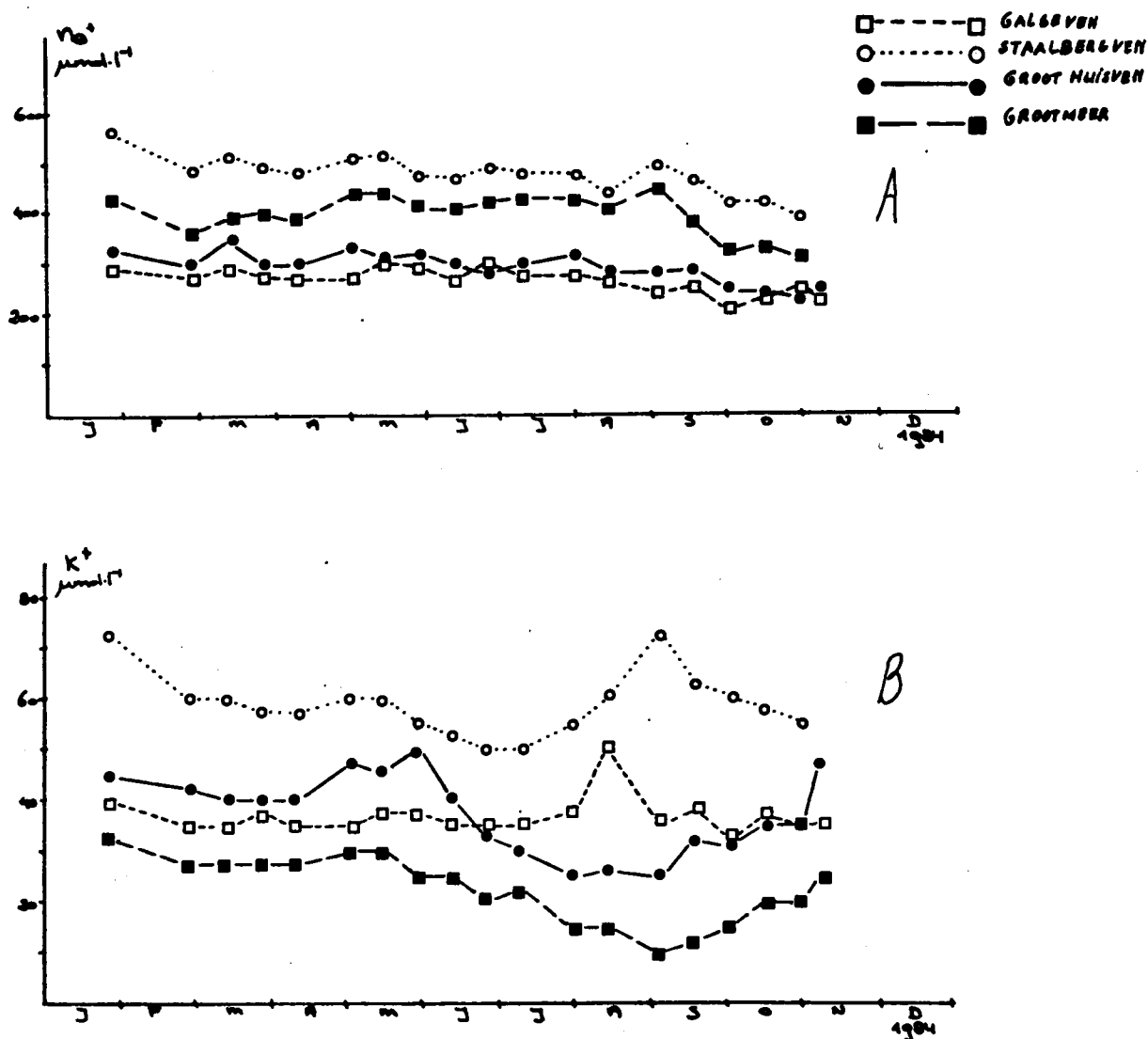
Figuur 11. Het opgelost organisch koolstof van de vier onderzochte vennen.

Wat betreft de concentraties van de kationen Ca^{2+} , Mg^{2+} en Si^{4+} (zie figuur 12) is er een duidelijk niveauverschil waar te nemen tussen het basische Grootmeer en de drie zure vennen. In het Grootmeer zijn deze concentraties namelijk veel hoger. Tevens vertoont het Grootmeer aanzienlijke fluctuaties, terwijl het niveau van Ca^{2+} en Mg^{2+} in de drie zure vennen redelijk constant blijft en dat van Si^{4+} alleen aan het eind van de zomer toeneemt. De hogere Ca^{2+} -concentratie in het Grootmeer wordt verklaard door de kalkrijke waterinlaat. De fluctuaties in het Si^{4+} -gehalte van het Grootmeer kunnen deels gerelateerd worden aan de ontwikkeling van diatomeeën en kranswieren.

Het Na^+ -gehalte (figuur 13A) is gedurende het hele jaar vrij constant in alle vier de wateren. De Na^+ -concentratie is in het Staalbergven het hoogst en in het Galgeven het laagst. Dit gold ook voor de Cl^- concentratie. De figuren van Na^+ en Cl^- komen sterk met elkaar overeen. Na^+ komt in het water voornamelijk voor samen met Cl^- . De K^+ -concentratie (figuur 13B) is in het Staalbergven het hoogst. De concentratie van het Galgeven ligt op het zelfde niveau als die van het Groot Huisven en de K^+ -concentratie van het Grootmeer ligt onder dit niveau. Door ontwikkeling van macrofyten in de zomer in het Grootmeer en het Groot Huisven daalt de K^+ -concentratie in de zomer voor deze twee vennen.

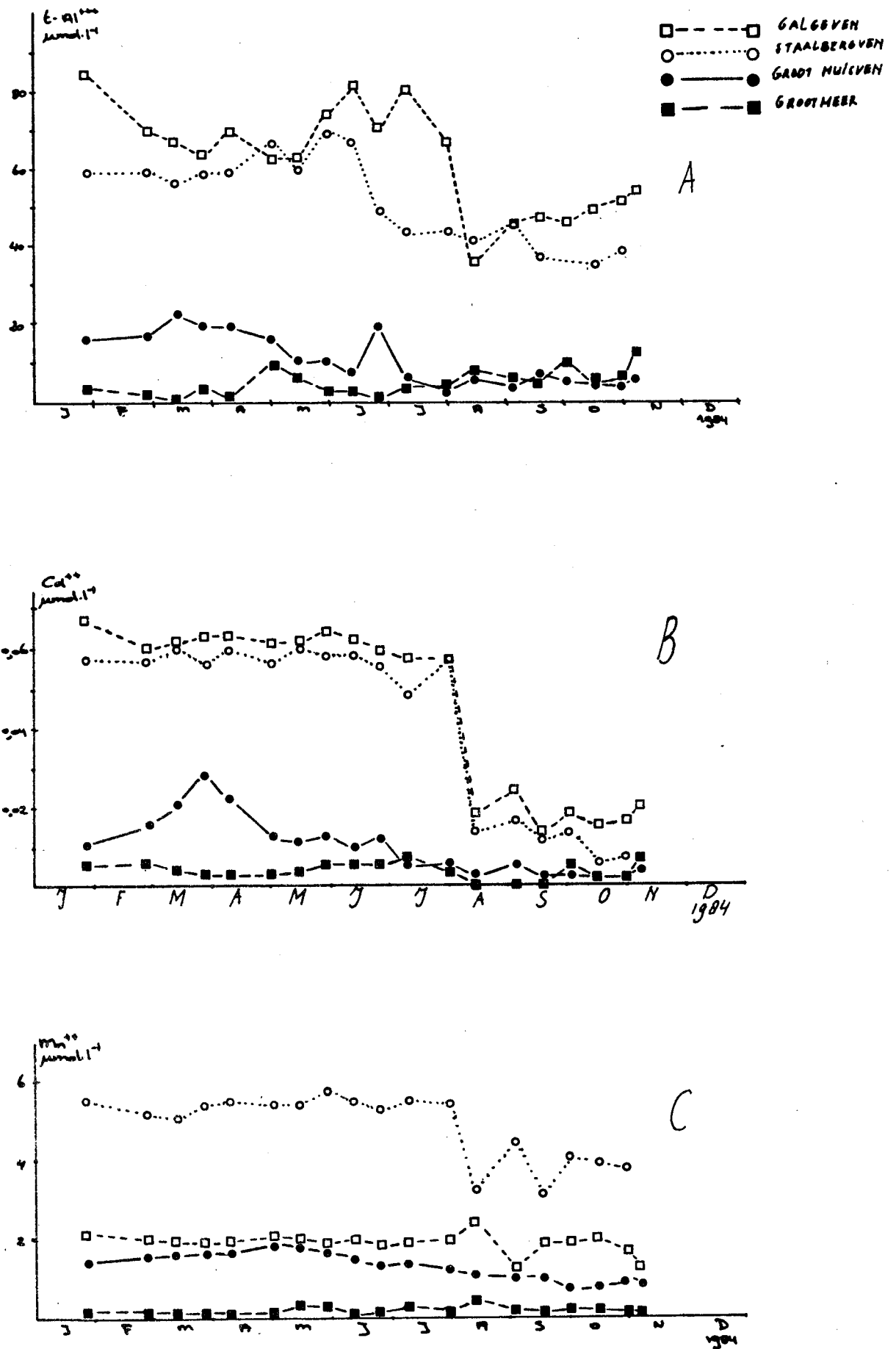


Figuur 12. De Ca^{2+} -concentratie (A), de Mg^{2+} -concentratie (B) en de Si^{4+} -concentratie van de vier onderzochte vennen.

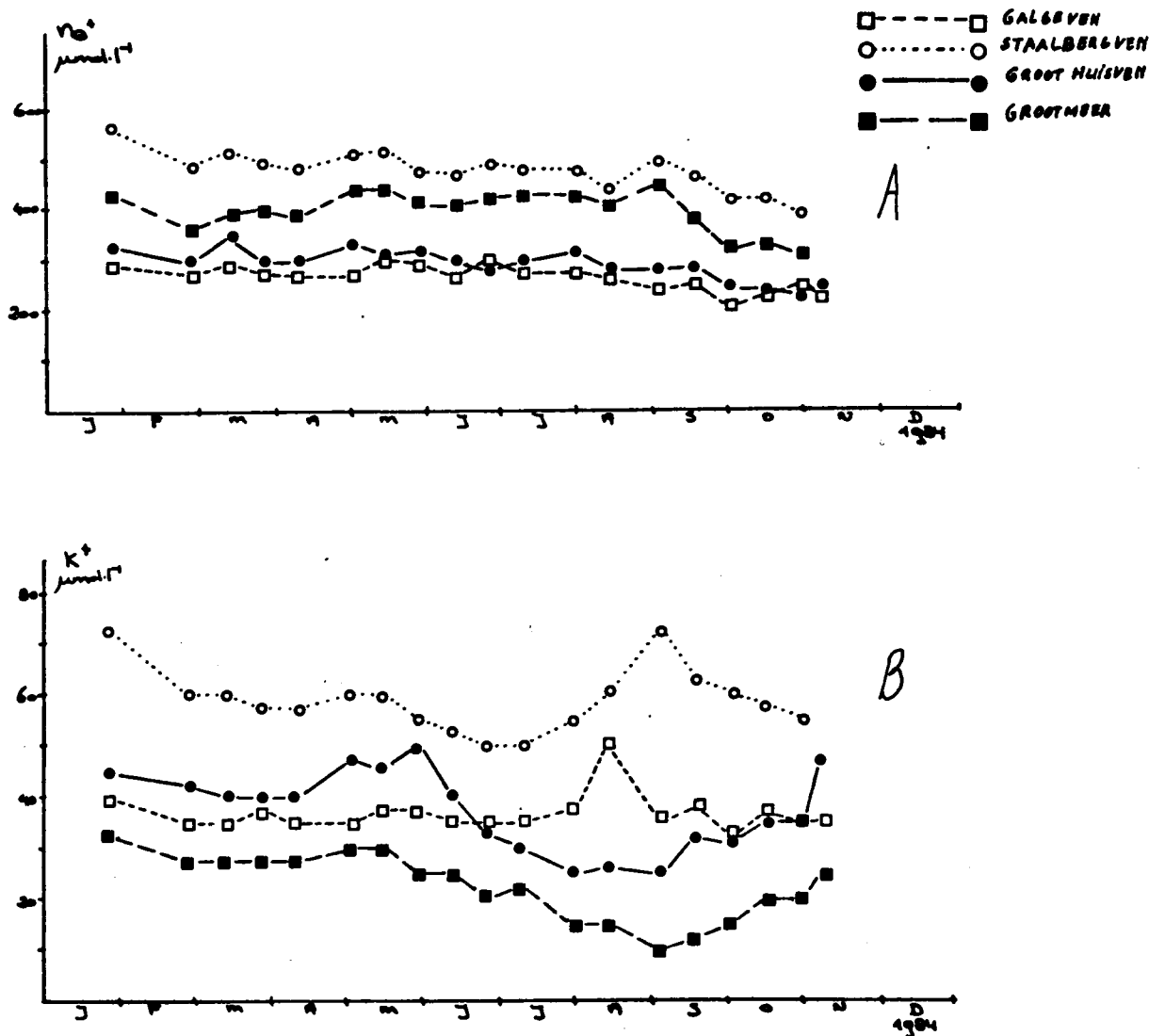


Figuur 13. De Na^+ -concentratie (A) en de K^+ -concentratie (B) van de vier onderzochte vennen.

De (zware) metalen Al^{3+} , Cd^{2+} en Mn^{2+} bereiken hogere concentraties in verzuurde systemen als gevolg van mobilisatie vanuit het sediment of de directe omgeving (figuur 14). Beneden pH 4,5 gaat het Al^{3+} grotendeels als oxy-aluminium($\text{Al}_2\text{O}_3\text{H}^{2+}$)- en als aluminohydroxyl($\text{Al}(\text{OH})^{2+}$)-ionen in oplossing. Boven pH 8,0 komt een redelijke hoeveelheid aluminaat(HAl_2O_4^-)-ionen voor (Hutchinson, 1957). Het totale Al^{3+} -gehalte bereikt de hoogste waarden in het Galgeven en het Staalbergven en vertoont in deze twee vennen flinke fluctuaties. De Al^{3+} -concentratie in het Groot Huisven ligt niet ver boven de concentratie van het Grootmeer. Cd^{2+} geeft ongeveer een zelfde beeld te zien als het Al^{3+} . Voor Mn^{2+} valt op te merken dat de concentraties in het Staalbergven het hoogst zijn en in het Grootmeer het laagst zijn, echter het niveau van het Groot Huisven benadert hier het Mn^{2+} -niveau van het Galgeven.

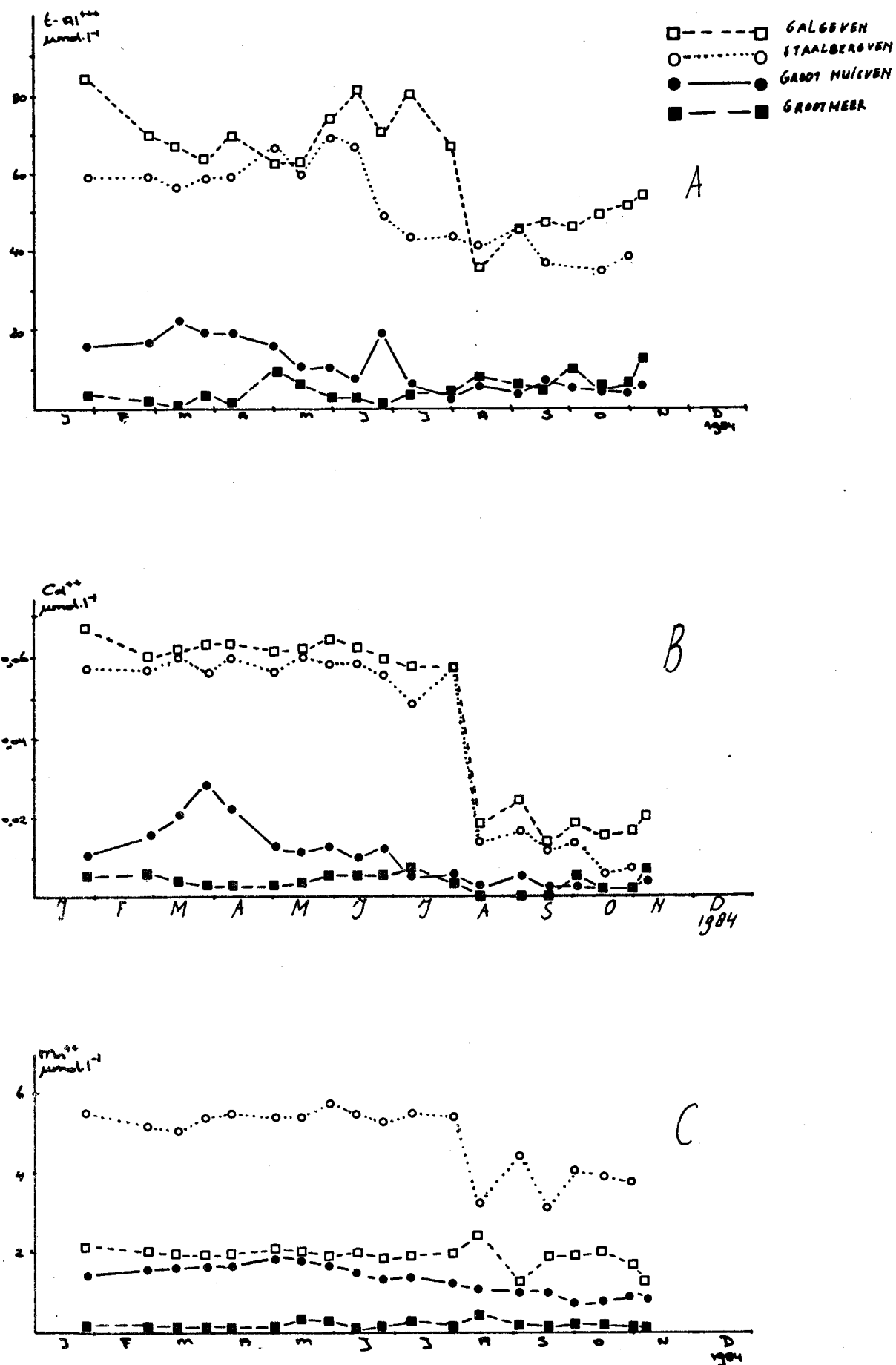


Figuur 14. De totale Al^{3+} -concentratie (A), de Cd^{2+} -concentratie (B) en de Mn^{2+} -concentratie (C) van de vier onderzochte vennen.



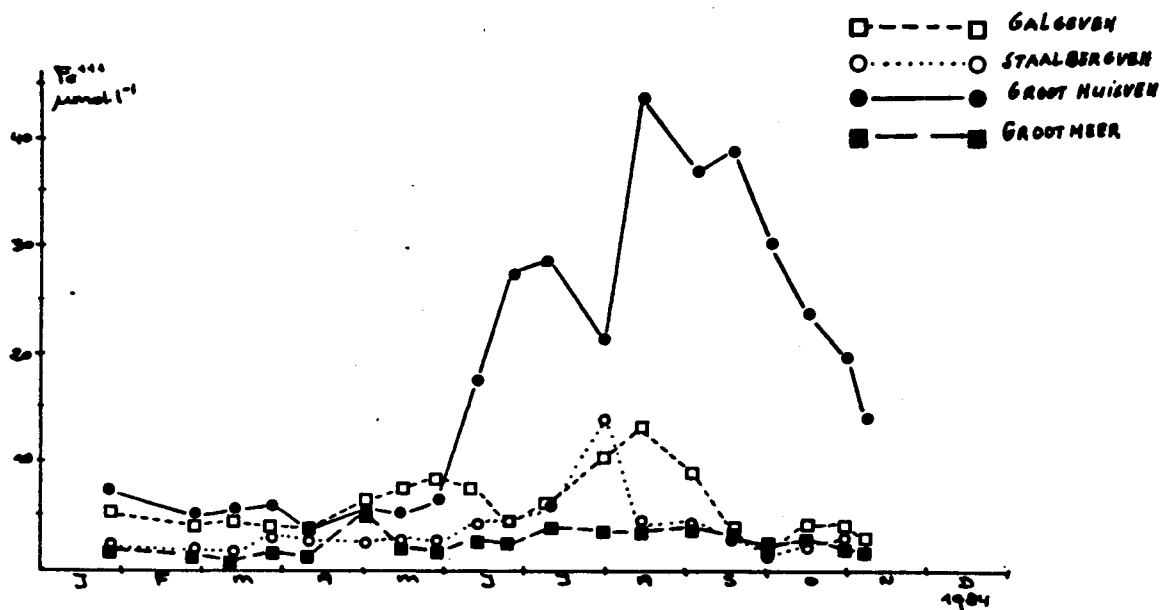
Figuur 13. De Na^+ -concentratie (A) en de K^+ -concentratie (B) van de vier onderzochte vennen.

De (zware) metalen Al^{3+} , Cd^{2+} en Mn^{2+} bereiken hogere concentraties in verzuurde systemen als gevolg van mobilisatie vanuit het sediment of de directe omgeving (figuur 14). Beneden pH 4,5 gaat het Al^{3+} grotendeels als oxy-aluminium($\text{Al}_2\text{O}_3\text{H}^{2+}$)- en als aluminohydroxyl($\text{Al}(\text{OH})^{2+}$)-ionen in oplossing. Boven pH 8,0 komt een redelijke hoeveelheid aluminaat(HAl_2O_4^-)-ionen voor (Hutchinson, 1957). Het totale Al^{3+} -gehalte bereikt de hoogste waarden in het Galgeven en het Staalbergven en vertoont in deze twee vennen flinke fluctuaties. De Al^{3+} -concentratie in het Groot Huisven ligt niet ver boven de concentratie van het Grootmeer. Cd^{2+} geeft ongeveer een zelfde beeld te zien als het Al^{3+} . Voor Mn^{2+} valt op te merken dat de concentraties in het Staalbergven het hoogst zijn en in het Grootmeer het laagst zijn, echter het niveau van het Groot Huisven benadert hier het Mn^{2+} -niveau van het Galgeven.



Figuur 14. De totale Al^{3+} -concentratie (A), de Cd^{2+} -concentratie (B) en de Mn^{2+} -concentratie (C) van de vier onderzochte vennen.

Schommelingen in de Al^{3+} -concentraties kunnen veroorzaakt worden door slechts geringe pH-veranderingen.



Figuur 15. De Fe^{3+} -concentratie van de vier vennen.

In alle vier de wateren neemt het opgelost Fe^{3+} -gehalte in de zomer toe (zie figuur 15). In het Galgeven en het Staalbergven is het gehalte hoger dan in het Grootmeer, omdat in zuur milieu FeS in oplossing gaat. De hoge waarden die in het Groot Huisven zijn gevonden, zijn te wijten aan het dystrofe karakter van het water. Fe^{3+} komt gebonden aan humuszuren voor. In de zomer wanneer de temperatuur stijgt, gaat Fe^{3+} in oplossing. Daardoor vertoont Fe^{3+} in het Groot Huisven in de zomer een sterke stijging.

In tabel 5 zijn de gemiddelde waarden over 1984 van verschillende fysische en chemische parameters weergegeven. In de zure wateren is dus het gehalte aan $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$, NH_4^+ , K^+ , SO_4^{2-} (uitgezonderd het Groot Huisven), Al^{3+} , Cd^{2+} , Mn^{2+} en Fe^{3+} hoger dan in het Grootmeer. Daarentegen is het gehalte aan Ca^{2+} , Mg^{2+} en Si^{4+} hoger in het basische Grootmeer dan in de drie zure vennen. Sommige parameters zijn niet gerelateerd aan basisch of zuur milieu, zoals Na^+ en Cl^- . Ook valt op te merken dat in zuur water de totale anionen- en kationenconcentraties lager zijn dan in basisch water. Voor elk ven moet wel gelden dat er electroneutraliteit is, dat wil zeggen dat de som van anionen gelijk moet zijn aan de som van kationen. Er is echter in alle vier de vennen een overschot aan kationen. Een oorzaak hiervan is dat niet alle

Tabel 5. De gemiddelde waarden over 1984 van fysische en chemische parameters met hun standaardafwijking van elk ven.

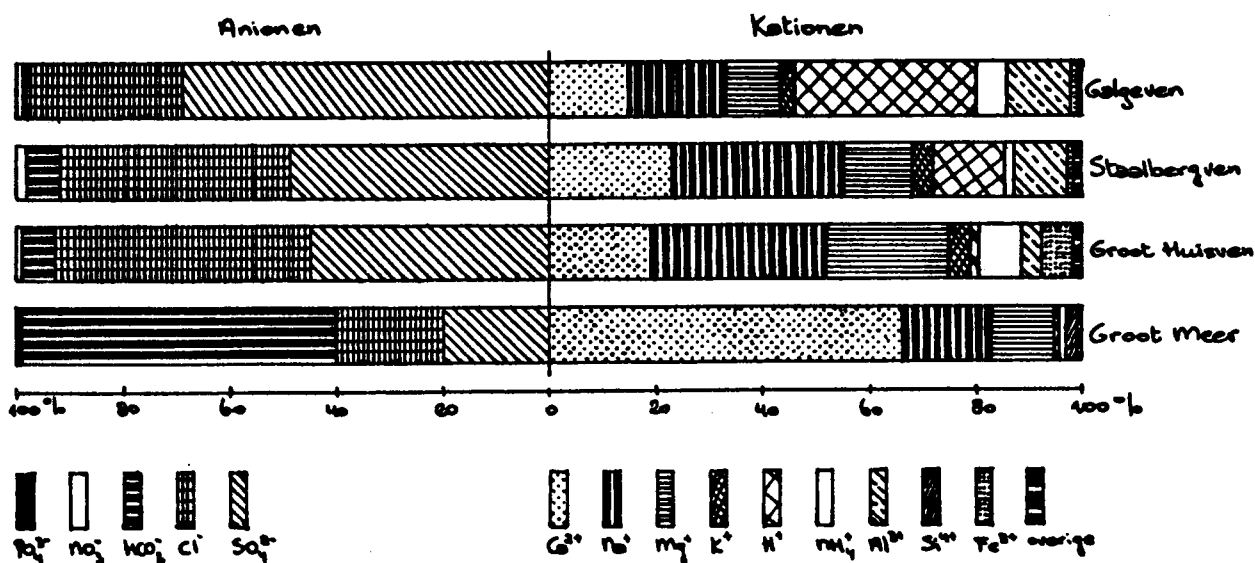
parameter	eenheid	Galgeven	Staalbergven	Groot Huisven	Grootmeer
pH		$3,5 \pm 0,2$	$3,7 \pm 0,3$	$4,8 \pm 0,8$	$8,1 \pm 0,6$
Alkaliniteit	meq.l ⁻¹	0	0	$0,04 \pm 0,05$	$1,27 \pm 0,3$
Aciditeit	meq.l ⁻¹	$0,46 \pm 0,17$	$0,39 \pm 0,23$	$0,15 \pm 0,09$	$0,04 \pm 0,05$
E.G.V.c	uS.cm ⁻¹	34 ± 33	70 ± 39	59 ± 11	175 ± 16
Turbiditeit	PPM	$2,27 \pm 1,41$	$2,03 \pm 1,00$	$6,55 \pm 2,70$	$3,60 \pm 1,80$
NO ₃ ⁻ /NO ₂ ⁻	μmol.l ⁻¹	$9,6 \pm 2,9$	$21,7 \pm 5,3$	$6,0 \pm 3,5$	$2,3 \pm 1,2$
PO ₄ ³⁻	μmol.l ⁻¹	$0,19 \pm 0,12$	$0,07 \pm 0,09$	$0,14 \pm 0,08$	$0,18 \pm 0,15$
Cl ⁻¹	μmol.l ⁻¹	267 ± 18	509 ± 36	319 ± 31	428 ± 44
SO ₄ ²⁻	μmol.l ⁻¹	313 ± 24	291 ± 36	147 ± 42	201 ± 23
Na ⁺	μmol.l ⁻¹	263 ± 26	477 ± 41	289 ± 32	389 ± 56
K ⁺	μmol.l ⁻¹	$36,7 \pm 3,7$	$58,8 \pm 6,2$	$37,3 \pm 7,9$	$22,5 \pm 6,6$
NH ₄ ⁺	μmol.l ⁻¹	$85,4 \pm 11,2$	$25,7 \pm 12,6$	$68,8 \pm 29,6$	$4,5 \pm 1,5$
Ca ²⁺	μmol.l ⁻¹	110 ± 20	170 ± 14	84 ± 25	770 ± 130
Mg ²⁺	μmol.l ⁻¹	$78,8 \pm 3,7$	$97,4 \pm 5,1$	$99,0 \pm 8,0$	$140,0 \pm 14,0$
Cd ²⁺	μmol.l ⁻¹	$45,1 \pm 21,6$	$41,6 \pm 22,2$	$9,9 \pm 7,6$	$3,7 \pm 2,2$
Mn ²⁺	μmol.l ⁻¹	$1,9 \pm 0,3$	$5,0 \pm 0,9$	$1,3 \pm 0,4$	$0,2 \pm 0,1$
Al ³⁺	μmol.l ⁻¹	$62,4 \pm 13,7$	$49,8 \pm 14,9$	$11,2 \pm 6,1$	$4,6 \pm 2,8$
Fe ³⁺	μmol.l ⁻¹	$6,0 \pm 2,9$	$3,7 \pm 2,8$	$18,3 \pm 13,2$	$2,7 \pm 1,1$
Si ⁴⁺	μmol.l ⁻¹	$0,4 \pm 0,8$	$0,8 \pm 1,5$	$1,3 \pm 1,7$	$14,8 \pm 11,8$
Σ Anionen	meq.l ⁻¹	973	1193	659	2103
Σ Kationen	meq.l ⁻¹	1288	1468	860	2303

anionen geanalyseerd zijn. De opgeloste zuurrestionen zijn bijvoorbeeld niet geanalyseerd.

De procentuele concentraties van de anionen en de kationen worden in een ionenbalans verwerkt (zie figuur 16). Uit tabel 5 blijkt dat de som van anionen en kationen voor elk ven sterk uiteenloopt. Vooral in het Grootmeer zijn de concentraties van de anionen en de kationen hoog, zeker als deze concentraties vergeleken worden met die van het Groot Huisven. Door deze

verschillen zijn absolute concentraties niet alleszeggend. Ook de relatieve concentraties zijn belangrijk voor de waterkwaliteit. Een anionen-/kationen-balans geeft een goed beeld van relatieve verschillen tussen de vennen onderling.

Als eerste wordt de anionenbalans besproken. Bij verzuring neemt het aandeel van SO_4^{2-} in de balans toe. Ook voor Cl^- worden in de zure vennen hogere relatieve concentraties gevonden. Wanneer de verhouding $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ vergeleken wordt voor de vier vennen, blijkt bij verzuring de sulfaatconcentraties sneller toe te nemen dan de chlorideconcentraties. Het aandeel van $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$ is in alle vennen laag. In de zure vennen zijn de percentages wel tien tot twintig keer zo hoog als in het Grootmeer. In het Grootmeer is het bicarbonaat het dominante anion. Dit is het gevolg van de kalkrijke waterinlaat in het Grootmeer. Bij verzuring neemt bicarbonaat sterk af.



Figuur 16. De anionen-/kationenbalans van de vier onderzochte vennen.

Wat betreft de kationenbalans kan het volgende opgemerkt worden. In het basische Grootmeer is het Ca^{2+} het dominante kation. In de zure vennen neemt de Ca^{2+} -percentage af. De relatieve concentratie van het H^+ -ion neemt daarentegen toe bij verzuring. In de zure vennen accumuleert NH_4^+ , wat ook een verhoogd aandeel van NH_4^+ in de kationenbalans te zien geeft. In de zure vennen is het K^+ -aandeel zo'n drie à vier zo hoog als in het Grootmeer. In het Staalbergven en het Groot Huisven wordt twee keer zo veel Na^+ gevonden

als in het Galgeven en het Grootmeer. Voor Mg^{2+} wordt twee keer zo veel in het Groot Huisven gevonden als in de drie andere vennen. De relatieve concentratie van Si^{4+} is in het Grootmeer duidelijk hoger dan in de zure vennen. De (zware) metalen Al^{3+} , Cd^{2+} en Mn^{2+} zijn bij verzuring meer van belang, want naast absoluut gezien nemen ze ook relatief gezien toe. In het Groot Huisven valt het hoge aandeel van Fe^{3+} op. Deze is vijf keer zo hoog als in het Galgeven en zelfs bijna twintig keer zo hoog als in het Grootmeer.

4.2. BODEMKWALITEIT

De resultaten van de fysisch-chemische bepalingen aan de totale bodem en het interstitiële water uit de bodem zijn op diverse manieren verwerkt. Voor de originele data (inclusief de gemiddelden en standaardfout) wordt verwezen naar bijlagen 1 A tot en met 1 L.

Alle fysisch-chemische gegevens zijn grafisch uitgezet tegen de monsterdata. Omdat de waarden van veel parameters sterk fluctueren, geven de meeste grafieken geen duidelijk beeld. Daarom is besloten om alleen grafieken op te nemen, die bij een onderlinge vergelijking verhelderend werken (zie bijlage 2 A tot en met 2 F).

Bij een vergelijking van de fysisch-chemische parameters is gebruik gemaakt van de Kruskal-Wallis test. Met deze test kan bepaald worden of er verschillen zijn in de waarden van een parameter tussen de drie bodemtypen (tabel 6) of tussen de vier systemen (tabel 7).

De Kruskal-Wallis test is nader beschreven in Ferguson (1976).

In het onderstaande worden de fysisch-chemische parameters achtereenvolgens behandeld.

pH.

Bij een vergelijking van de grafieken valt op, dat er voor de drie bodemtypen in elk systeem weinig verschil is tussen de pH-waarden van het interstitiële water (zie bijlage 2A). Dit blijkt ook uit de Kruskal-Wallis test (tabel 6). De schommelingen zijn groot en opvallend is, dat elke locatie een minimum heeft op 27-02-1984 en 28-05-1984. Op 26-03-1984 en 25-06-1984 is een duidelijke piek waar te nemen in alle systemen. De pH van het Grootmeer is in alle drie de bodemtypen duidelijk hoger dan die van de verzuurde wateren. De laatstgenoemden hebben een vergelijkbare bodem-pH.

Alkaliniteit.

De alkaliniteit van het bodemwater van de drie locaties is per systeem niet significant verschillend. (tabel 6). Het Grootmeer heeft een duidelijk hogere alkaliniteit dan de drie andere wateren. Evenals bij de pH is er een minimum op 28-05-1984, met uitzondering van de bodem van het Grootmeer (Bijlage 2 B).

Tabel 6. Kruskal-Wallis test, vergelijking van de bodemtypen.

(Gv=Galgeven; St=Staalbergven; GH=Groot Huisven; Gm=Grootmeer)

Bepaling van verschillen tussen de bodemtypen van de systemen per fysisch/ chemische parameter met behulp van de non-parametrische Kruskal-Wallis test. Als nul-hypothese wordt gesteld, dat de bodemtypen per systeem gelijk zijn. Wanneer deze hypothese wordt verworpen ($p < 0,05$) wordt dit aangegeven met een asterisk (*).

	Gv	St	GH	Gm
vocht%	*	*	*	*
pH				
alk				
acid		*		
NH ₄	*	*		
NO _x	*			
SO ₄	*	*	*	
Mn		*		*
PO ₄				*
Si				*
Mg	*			
Ca				
Al	*			*
Cd				
K	*		*	
Na				
Cl				*
totN	*			
totP	*			*
Fe		*		
DIN	*	*		
DON				
DOP				
TIC	*	*	*	*
redox	*	*	*	*
org	*	*	*	*
anion	*		*	
kation	*	*		*

Aciditeit.

De aciditeit van het interstitiële bodemwater van de verschillende wateren en bodemtypen vertoont geen significante verschillen. Een uitzondering vormen de bodemtypen van het Staalbergven, waarvan de aciditeit van de minerale bodem hoger ligt dan die van de midden- en organische bodem (tabel 6). Opvallend zijn de pieken op 25-06-1984 bij het Galgeven en Groot Huisven, op 28-05-1984 bij het Staalbergven en op 01-05-1984 bij het Grootmeer.

Tabel 7. Kruskal-Wallis test, vergelijking van de systemen.

(Gv=Galgeven; St=Staalbergven; GH=Groot Huisven; Gm=Grootmeer)

Bepaling van verschillen tussen de systemen per bodemtype. Elke fysisch/chemische parameter is getoetst met behulp van de non-parametrische Kruskal-Wallis test. Als nul-hypothese wordt gesteld, dat de bodemtypen per systeem gelijk zijn. Wanneer deze hypothese wordt verworpen ($p < 0,05$) wordt dit aangegeven met een asterisk (*).

	mineraal	midden	organisch
vocht%		*	*
pH	*	*	*
alk	*	*	*
acid			
NH ₄	*	*	*
NO _x			
SO ₄			*
Mn		*	
PO ₄		*	
Si		*	*
Mg	*	*	*
Ca	*	*	*
Al	*	*	
Cd			
K			
Na			
Cl	*		*
totN		*	*
totP	*		*
Fe		*	
DIN	*		
DON			
DOP			
TIC	*	*	*
redox		*	
org	*		*
anion		*	*
kation	*	*	*

Vochtgehalte.

De Kruskal-Wallis test toont dat het vochtgehalte van de drie bodemtypen bij alle systemen significant verschilt. (tabel 6).

Bij een vergelijking van de vier systemen onderling is geen significant verschil in vochtgehalte waargenomen (tabel 7).

De vocht-percentages van de minerale bodems is vrij constant en in vergelijking met de midden- en organische bodems het laagst.

Het vochtgehalte in de organische bodem van het Staalbergven is constant en laag in vergelijking met de organische bodems van de andere wateren.

Het vochtgehalte in de organische bodem van de drie andere systemen fluctueert sterker. Wel lijkt het vochtgehalte van de organische bodems lager te zijn, dan die van de middenbodems (bijlage 2 C).

Het vochtgehalte in de middenbodems van het Staalbergven en het Groot Huisven is vrij constant, met uitzondering van de bemonstering op 27-02-1984. Tijdens de monsternamen op deze datum is gebruik gemaakt van een steekbuis in plaats van een bodemhapper en is het vochtgehalte duidelijk lager. De middenbodems van het Galgeven en het Grootmeer hebben een fluctuerend vochtgehalte.

Ammonium.

De drie bodemtypen van het Galgeven en Staalbergven vertonen significante verschillen in het ammonium-gehalte van het bodemwater (tabel 6). Het interstitiële water uit de organische bodems van beide systemen heeft de hoogste ammonium-concentratie. De concentraties in het Groot Huisven en Grootmeer fluctueren sterk.

Verschillen tussen bodemtypen zijn daardoor moeilijk te herkennen.

Bij een vergelijking van de vier middenbodems valt de lage ammonium-concentratie in het Staalbergven op. De concentraties in de middenbodems van de andere systemen liggen, zeker gezien de grote standaardfout van de gemiddelden, dicht bij elkaar.

Nitraat / Nitriet.

Tussen de drie bodemtypen per systeem en tussen de vier systemen onderling is geen significant verschil gevonden in de nitraat-/ nitriet-concentraties van het interstitiële water. Het Galgeven vormt hierop een uitzondering. In dit water is de nitraat-/ nitriet-concentratie van de organische bodem significant het hoogst. De gemeten waarden liggen steeds onder de $150 \mu\text{mol.l}^{-1}$, met uitzondering van enkele

pieken aan het einde van de monsterperiode. De organische bodems vertonen alle vier een piek op 03-09-1984 of 01-10-1984 en de middenbodem van het Staalbergven op 01-10-1984. De minerale bodems van het Galgeven, Groot Huisven en Grootmeer vertonen een kleine piek van de nitraat-/ nitriet-concentratie op 03-09-1984.

Sulfaat.

Met uitzondering van het Grootmeer is er een significant verschil tussen de sulfaat-concentraties van het interstitiële water van de drie bodemtypen. In het Galgeven en Groot Huisven is de sulfaat-concentratie in de organische bodems het hoogst. In het Staalbergven bevat de minerale bodem de hoogste concentratie. Het water uit de organische bodem van het Galgeven en Groot Huisven bevat significant meer sulfaat, dan dit bodemwater uit het Staalbergven en Grootmeer.

Mangaan.

Bij een vergelijking van de drie locaties per systeem blijkt er bij het Grootmeer en Staalbergven een significant verschil aanwezig te zijn wat betreft de mangaan-concentraties van het interstitiële water. Bij deze twee wateren ligt de mangaan-concentratie hoger dan in de minerale en organische bodems. Deze concentratie in de middenbodem blijft in het Galgeven en het Groot Huisven relatief laag.

Bij een vergelijking tussen de vier systemen blijkt er bij de minerale en organische bodems geen significant verschil aanwezig te zijn.

Ortho-fosfaat.

Bij een vergelijking van het interstitiële water uit de drie typen bodems is alleen in het Grootmeer een significant verschil gevonden. Hier ligt, met uitzondering van de eerste monsterdatum, de fosfaat-concentratie in de minerale bodem hoger dan in de organische en middenbodem. In de drie andere systemen fluctueren de fosfaat-waarden van het bodemwater sterk. Bij een vergelijking van de systemen onderling blijkt er een significant verschil aanwezig te zijn bij de middenbodems. De fosfaat-concentraties in de middenbodem van het Grootmeer zijn lager dan in de drie verzuurde systemen. Het Galgeven heeft duidelijk de hoogste ortho-fosfaat-concentratie in het bodemwater.

Silicium.

Bij een vergelijking van de drie bodemtypes is alleen in het Grootmeer een significant verschil gevonden in de silicium-concentraties van het bodemwater. De silicium-concentratie is hier op vrijwel alle monsterdata het hoogst in de middenbodems en het laagst in de minerale bodems. De concentratie is in de midden- en organische bodems van het Grootmeer significant hoger dan in overeenkomstige bodems van de overige wateren.

Magnesium.

In het Galgeven is het duidelijk dat het interstitiële water uit de minerale bodem de hoogste magnesium-concentratie bevat. Ook in de andere wateren lijkt deze trend zich voort te zetten. De Kruskal-Wallis test verworpt bij alle typen bodems significant de nul-hypothese dat de magnesium-concentraties in de bodemtypen onderling gelijk zijn. De concentraties in het interstitiële water van de midden- en organische bodems van het Grootmeer zijn hoger dan in het Staalbergven en Groot Huisven.

Calcium.

Wat betreft de calcium-concentratie in het bodemwater is er geen significant verschil waargenomen tussen de bodemtypen per systeem. Opvallend is dat de concentraties in de minerale bodems sterk fluctueren. Het Grootmeer bevat in vergelijking met de drie verzuurde wateren de hoogste calcium-concentraties.

Aluminium.

De aluminium-concentraties in de minerale bodems van het Galgeven en Grootmeer zijn significant hoger dan in de andere bodemtypen. Bij een vergelijking van de middenbodems van de vier systemen is een trend waar te nemen van een hogere aluminium-concentratie naarmate de pH lager wordt. De concentratie in de minerale bodem van het Groot Huisven is significant lager dan de aluminium-concentraties van de overeenkomstige bodems uit de andere systemen.

Cadmium.

Volgens de Kruskal-Wallis test zijn er voor de verschillende bodemtypen en systemen geen significante verschillen in de cadmium-concentratie van het bodemwater waargenomen. De minerale bodems lijken echter een hogere concentratie te bevatten dan de andere bodemtypen.

Kalium.

Bij het Galgeven blijkt het interstitiële water van de minerale bodem een hogere kalium-concentratie te bevatten dan de middenbodem. Bij het Groot Huisven blijkt de concentratie in de organische bodem hoger te zijn dan in de middenbodem. Tussen de vier systemen is met de Kruskal-Wallis test geen significant verschil waarneembaar tussen de kalium-concentraties van het bodemwater.

Natrium.

Er is geen significant verschil tussen de natrium-concentraties in het interstitiële water van de drie bodemtypen en van de systemen.

Chloride.

In de minerale bodems van het Grootmeer is duidelijk te zien, dat het interstitiële water van de minerale bodem de laagste en het water uit de organische bodem de hoogste chloride-concentratie bevat. In het Galgeven is de hoogste chloride-concentratie waargenomen in het interstitiële water van de minerale bodem. In het Staalbergven is de chloride-concentratie in de organische bodem duidelijk lager dan de concentraties in overeenkomstige bodems van de andere vennen.

Totaal stikstof.

Het totale stikstof-gehalte van het interstitiële water in de organische bodem van het Galgeven is significant hoger dan in de minerale en middenbodem. Het Grootmeer heeft het laagste stikstof-gehalte van de midden- en organische bodems.

Totaal fosfaat.

Het interstitiële water van de minerale bodems van het Galgeven en Grootmeer bevatten de grootste concentraties fosfaat in vergelijking met de andere bodemtypen en wateren. In het Grootmeer en in mindere mate ook in het Staalbergven lijkt het totaal fosfaat-gehalte in de herfst toe te nemen. De organische bodem van het Galgeven is duidelijk rijker aan totaal fosfaat dan die van het Grootmeer (bijlage 2 D).

IJzer.

De ijzer-concentratie is in de minerale bodem van het Staalbergven significant hoger dan in het interstitiële water van de midden-

en organische bodem. Bij een vergelijking van de middenbodems komt naar voren dat de ijzer-concentratie in het Galgeven het laagst en in het Groot Huisven het hoogst is.

Opgelost anorganisch stikstof (DIN).

In het Galgeven is het gehalte aan opgelost anorganisch stikstof het hoogst in het interstitiële water van de organische bodem. Het Galgeven en het Grootmeer bevatten het minste DIN.

Opgelost organisch stikstof (DON).

Er zijn geen significante verschillen tussen de wateren en de bodemtypen wat betreft het gehalte aan opgelost organisch stikstof in het bodemwater.

Opgelost organisch fosfaat (DOP).

In het najaar lijkt het gehalte aan opgelost organisch fosfaat toe te nemen, met uitzondering van de minerale bodem van het Galgeven. Deze locatie lijkt juist aan het begin van het voorjaar het hoogste DOP-gehalte te hebben.

Totaal anorganisch koolstof (TIC).

Het totaal anorganisch koolstof-gehalte is in de minerale bodems van de systemen het laagst en het lijkt met uitzondering van het Galgeven, in de middenbodems het hoogst te zijn (bijlage 2 E). Het Grootmeer heeft in alle bodemtypen het hoogste TIC-gehalte.

Redoxpotentiaal.

De redoxpotentiaal is in de vier minerale bodems het hoogst en vrijwel steeds positief. Bij een vergelijking van de middenbodems valt op, dat de bodem van het Staalbergven een hogere redoxpotentiaal heeft dan de drie andere systemen. De redoxpotentiaal is over het algemeen negatief in de midden- en organische bodems, met uitzondering van de middenbodem van het Staalbergven, die de eerste vier monsterdata een positieve redoxpotentiaal heeft.

Organisch stof-gehalte.

Het organisch stof-gehalte is in de minerale bodems steeds het laagst. Het Staalbergven vertoont een afwijkend beeld. In dit ven liggen

de organische stof-gehaltenes van de minerale en organische bodems dicht bij elkaar, terwijl de middenbodem daar bovenuit komt. (bijlage 2 F). Het Staalbergven heeft het hoogste organisch stof-gehalte van de minerale bodems en het laagste van de organische bodems.

Totaal aantal anionen en kationen.

Het meest opvallend bij een beschouwing van het aantal ionen in het bodemwater is het grote verschil tussen het aantal equivalenten anionen en kationen. Met name in de minerale bodems zijn de verschillen enorm. Het kationen-gehalte is, met uitzondering van de organische bodem uit het Galgeven en Groot Huisven, hoger dan het anionen-gehalte. In principe is dit onmogelijk, omdat er in een systeem een situatie van neutraliteit heerst. De eigenschap van de bodemdeeltjes om als kationen-wisselaar te fungeren kan hiervan een reden zijn. De bodem is in staat om protonen te binden en werkt zo als een buffer voor de waterstofionen-concentratie. Deze gebonden protonen worden bij de pH-bepaling niet gemeten. Als deze gebonden protonen worden uitgewisseld tegen andere kationen in de bodempartikels ontstaat een kationen-overschot. Dit zou verklaren waarom de concentratie-verschillen in de minerale bodems het grootst zijn. In deze bodems is het organisch stof-gehalte laag en zijn dus naar verhouding meer bodemdeeltjes aanwezig. Ook de bereidingswijze van de extracten staat ter discussie. Er is een verdunning van 1:10 gemaakt; hierdoor werden de te meten concentraties erg laag, met als gevolg een grote procentuele fout in de meetresultaten. Bovendien zijn niet alle verschillende anionen bepaald (bijvoorbeeld fluoride).

Volgens de Kruskal-Wallis test is er een significant verschil tussen het aantal anionen-equivalenten van de drie bodemtypen uit het Galgeven en het Groot Huisven. In beide wateren is het anionen-gehalte in de organische bodem het hoogst en in de middenbodems het laagst. Bij een onderlinge vergelijking van de vier systemen per bodemtype geeft de Kruskal-Wallis test overal een significant verschil, behalve bij een vergelijking van de anionensom van de vier minerale bodems uit de vier wateren. Het Staalbergven heeft het laagste aantal equivalenten anionen in het interstitiële water van de organische bodems. In het Galgeven en Groot Huisven is de anionensom in de organische bodems duidelijk hoger dan in de middenbodems. De anionensom fluctueert sterk. Toch is te zien dat het aantal equivalenten anionen van de middenbodems het hoogst is in het Grootmeer.

In de minerale bodems, met uitzondering van het Groot Huisven, is de kationensom het hoogst in vergelijking met de andere bodemtypen.

De minerale bodem van het Groot Huisven heeft de laagste kationensom.

De kationen-equivalenten in het Grootmeer fluctueren sterk, maar de gemiddelde waarde is duidelijk hoger dan in de andere wateren.

4.3. MICROFLORA EN MICROFAUNA

Niet verstoorde, voedingsstoffenarme, zwakgebufferde wateren herbergen een karakteristieke microflora en microfauna. Door verzuring echter neemt de diversiteit af en verschuift het soortenspectrum in de richting van acidobionte soorten. De dissimilariteit tussen verschillende systemen neemt af. I.p.v. over microflora en microfauna wordt in het vervolg van dit stuk gesproken over fyto- en zooplankton. Dit zijn ingeburgerde termen die organismen betreffen die in het open water voorkomen, de zgn. plankters. Het is echter niet te vermijden dat aan bodem- of macrofyten gebonden organismen tijdens de monsternamen in het monster terecht komen.

Voor elk van de vier vennen is er een lijst gemaakt met daarin alle in dat ven aangetroffen zoo- en fytoplankton-organismen. Tevens is er voor elke soort m.b.v. een abundantiecode aangegeven in welke mate deze op een bepaalde monsterdatum voorkwam. Deze lijsten zijn te vinden in bijlage 3.

Uit deze lijsten is een tabel samengesteld met daarin het minimum aantal aangetroffen taxa per klasse (tabel 8). Deze tabel geeft een duidelijk overzicht van de verschillen tussen de vier onderzochte wateren. Ter vergelijking is zo'n zelfde tabel gemaakt voor 1983 waarbij gebruik is gemaakt van de resultaten uit het onderzoek van de Bie en Maenen (1984), zie bijlage 4. Om een idee te krijgen van de seizoensfluctuaties in een water is er een tabel gemaakt die voor elke soort de maximale code per seizoen weergeeft (bijlage 5). Bij de indeling in seizoenen is uitgegaan van de indeling volgens het K.N.M.I., waarbij de winter dec., jan. en feb. beslaat, het voorjaar mrt., apr. en mei, de zomer juni, juli en aug. en het najaar sept., okt. en nov. Het monster van 27-2 is bij het voorjaar getrokken.

Uit tabel 8 blijkt dat het totaal aantal taxa van zowel zoo- als fytoplankton afneemt volgens de reeks Grootmeer, Groot Huisven, Staalbergven en Galgeven. Deze afname wordt deels veroorzaakt door de toenemende zuurgraad van die reeks en de hiermee gepaard gaande chemische veranderingen in de watersamenstelling. Daarnaast spelen de waterdiepte en het al of niet aanwezig zijn van macrofyten een rol. Zo is de afname of het ontbreken van

Tabel 8. Minimum aantal aangetroffen taxa in de 4 onderzochte wateren in 1984

aantal taxa	Galgeven	Staalbergven	Groot Huisven	Grootmeer
Copepoda	4	3	4	4
Cladocera	6	8	16	21
Rotifera	10	10	21	18
Protozoa				
Rhizopoda	4	1	5	7
Heliozoa	-	1	2	3
Ciliata	1	5	8	15
Ostracoda	-	-	1	1
totaal Zooplankton	25	28	57	69
=====				
Cyanophyta	3	1	4	12
Rhodophyta	-	-	1	-
Chrysophyta				
Chrysophyceae	4	5	5	8
Diatomeae	4	18	15	41
Euglenophyta	4	3	8	8
Pyrrhophyta	2	2	2	2
Cryptophyta	3	3	4	3
Chlorophyta				
Chloromonadinae	-	-	1	-
Volvocales	1	1	1	6
Tetrasporales	-	-	-	2
Chlorococcales	4	6	11	18
Zvonemales	1	2	1	3
Desmidiiales	13	17	25	43
Draadwieren	5	5	4	5
totaal Fytoplankton	44	63	82	151
=====				

Heliozoa, Ciliata en Ostracoda behalve aan verzuring ook te wijten aan de waterdiepte. Hierdoor zijn er in het Galgeven en in het Staalbergven geen bodemorganismen bemonsterd, hetgeen in de beide ondiepe vennen wel het geval is geweest. Bovendien vertonen macrofyten in het Galgeven en in het Staalbergven een lage abundantie; er zijn dan ook alleen monsters in het open water genomen. In het Groot Huisven en het Grootmeer is daarentegen ook gemonsterd tussen macrofyten, die een geschikt biotoop vormen voor m.n. Cladocera en Rotifera.

Er wordt bij het zooplankton dus een duidelijke afname geconstateerd in het aantal taxa van Cladocera, Rotifera en Protozoa.

Bij het fytoplankton neemt het aantal taxa van Diatomeae en Desmidiiales sterk af. Dit komt overeen met eerder verricht onderzoek, zie respectievelijk van Dam & Kooyman-van Blokland (1978), van Dam et al. (1980, 1981) en Coesel (1978). Verder treedt er een belangrijke afname op in het aantal taxa van Cyanophyta en Chlorococcales.

Deze duidelijk afname in het aantal taxa van zowel zoo- als fytoplankton bij toenemende verzuring komt niet tot uiting bij het onderzoek van de Bie en Maenen in 1983 (bijlage 4). Nu dient echter opgemerkt te worden dat in 1983 elk water slechts tweemaal bemonsterd werd, terwijl voor dit onderzoek elk water 15 maal bemonsterd is. Het is dan ook noodzakelijk om vaak te monstereën willen er in dit verband juiste conclusies getrokken kunnen worden.

Wanneer naar de afzonderlijke taxa op zich wordt gekeken (bijlage 3), blijkt bij het zooplankton een lichte verschuiving op te treden in de richting van acidobionte soorten. Zo zijn de Cladoceren *Acantholeberis curvirostris* en *Bosmina longispina* en de rotatoor *Keratella serrulata* kensoorten voor zuur water. *Bosmina longispina* echter is alleen aangetroffen in het Staalbergven en het Groot Huisven en niet in het Galgeven, i.t.t. *Acantholeberis curvirostris* die in het Galgeven en in het Staalbergven is gevonden. Een andere *Bosmina*-soort, nl. *Bosmina longirostris*, is een typische soort voor niet verzuurd water en deze kwam dan ook alleen in het Grootmeer voor.

Keratella serrulata kwam in het Staalbergven en in het Groot Huisven in grotere aantallen voor dan in het Galgeven. *Keratella quadrata* werd in alle vier de wateren aangetroffen maar bereikte de grootste aantallen in het Groot Huisven. *Keratella cochlearis* kwam niet voor in het Galgeven en kwam het best tot ontwikkeling in het Grootmeer. Dit is een duidelijk voorbeeld van de spreiding die binnen één geslacht kan bestaan wat betreft de voorkeur voor een bepaald milieu.

De enige rotatoor die een optimale ontwikkeling in het Galgeven vertoonde is *Brachionus urceolaris*; deze soort is ook in de overige drie wateren aangetroffen.

Bij het fytoplankton zijn geen typische kensoorten voor zuur water gevonden. Wel kan worden vastgesteld dat bepaalde soorten zich beter ontwikkelen in zuur water.

Wat betreft de Cyanophyta zijn de meeste soorten in het Grootmeer aangetroffen. *Merismopedia glauca* echter is de enige soort die in elk water is waargenomen. Bij de Chrysophyceae komen zowel taxa voor die een hogere abundantie in zuur water vertonen (b.v. *Chrysococcus spec.*), als soorten die alleen in het Grootmeer voorkomen (*Uroglenopsis americana*), als soorten die zowel in het Galgeven als in het Grootmeer een flinke ontwikkeling vertonen (*Dinobryon divergens*). Bij de Diatomeae ontbreken in alle vier de wateren soorten die bekend staan als typische plankters zoals *Asterionella spec.* en de centricate Diatomeae *Cyclotella spec.* en *Melosira spec.* Ook van de Euglenophyta

zijn alleen benthische vormen aangetroffen, m.u.v. Trachelomonas-soorten.

De Pyrrophyta zijn in alle vier de wateren aanwezig maar bereiken de grootste aantallen in het Galgeven.

Wat betreft de Desmidiales kan worden vastgesteld dat elk geslacht m.u.v.

Closterium het best vertegenwoordigd is in het Grootmeer. Closterium vertoont een hoge abundantie in het Groot Huisven.

Van de Draadwieren zijn in elk water dezelfde taxa waargenomen maar de hoogste abundantie werd bereikt in het meest zure water, het Galgeven.

Uit de tabel die de maximale code per taxon per seizoen weergeeft (bijlage 5) blijkt dat het aantal zooplanktontaxa afneemt in de loop van het jaar. In elk seizoen afzonderlijk wordt een toename geconstateerd via de reeks Galgeven, Staalbergven, Groot Huisven en Grootmeer; m.a.w. hoe minder zuur het water, hoe meer taxa er in elk seizoen aanwezig zijn. Dit gaat ook vrijwel geheel op voor het fytoplankton, met die uitzondering dat er in het Galgeven in het voorjaar meer taxa gedetermineerd zijn dan in het Staalbergven en het Groot Huisven.

Bij vergelijking van het aantal zoo- met het aantal fytoplanktontaxa blijkt dat er in het Groot Huisven in elk seizoen beduidend meer zoo- dan fytoplanktontaxa aanwezig zijn. Voor de overige wateren geldt dit alleen in de zomer en de herfst. Daar echter over het gehele jaar genomen in elk water meer fyto- dan zooplanktontaxa aanwezig zijn kan geconcludeerd worden dat het zooplankton minder fluctuaties qua soortensamenstelling vertoont dan het fytoplankton. Dit is een gevolg van het feit dat het fytoplankton direct afhankelijk is van factoren als de concentratie van de in het water aanwezige voedingsstoffen, de hoeveelheid licht en de temperatuur. Fluctuaties in deze factoren zullen het voorkomen van dan de ene, dan de andere soort bevorderen. Zooplanktonorganismen zijn wat betreft hun voeding minder afhankelijk van weersgesteldheden daar ze zich voeden met o.a. detritusdeeltjes en fytoplankton. Uit het onderzoek van de Bie en Maenen in 1983 kan dit niet geconcludeerd worden; daar zijn in elk bemonsterd seizoen meer fyto- dan zooplanktontaxa aangetroffen (tabel 9). Dit hangt echter weer samen met het verschil in het aantal monsters dat tijdens beide onderzoeken genomen is. Wel blijkt uit eerdergenoemd onderzoek dat, ondanks het feit dat er slechts twee monsters genomen werden, in de zomer van 1983 beduidend meer fytoplanktontaxa in het Galgeven en Staalbergven aanwezig waren dan in 1984. Dit zal misschien te wijten zijn aan de slechte zomer van 1984, maar duidt wellicht ook op de toenemende verzuring van deze twee wateren, zoals hieronder weergegeven wordt:

Tabel 9. Minimum aantal aangetroffen taxa in het voorjaar (V) en de zomer (Z) in 1983 en 1984.

aantal taxa in		Galgeven		Staalbergven		Groot Huisven	
		V	Z	V	Z	V	Z
zooplankton	1983	6	10	11	4	18	7
	1984	22	16	29	23	45	44
fytoplankton	1983	17	28	22	19	24	25
	1984	41	7	33	10	36	21

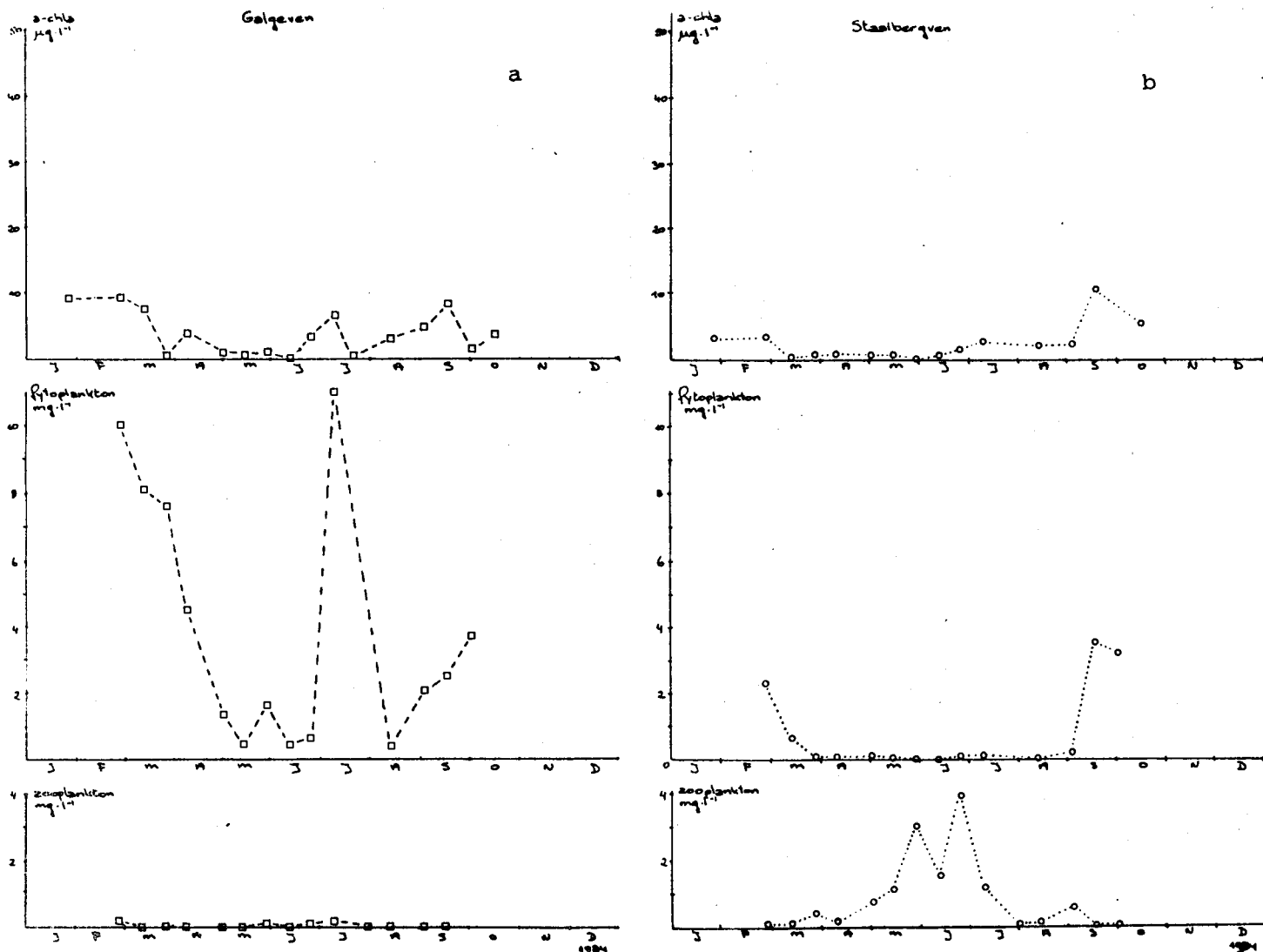
	Galgeven	Staalbergven	Groot Huisven	Grootmeer
gemiddelde pH 1983	3,5	4,6	4,2	9,0
gemiddelde pH 1984	3,3	3,5	4,7	8,1

De gemiddelde pH van het Grootmeer laat eveneens een daling zien; die van het Groot Huisven daarentegen vertoont een toename.

Enkele opvallende verschillen wat betreft de abundantie van bepaalde soorten worden aangetroffen bij *Dinobryon divergens* en *Glenodinium-Gymnodinium spec.* *D. divergens* kwam in 1983 dominant voor in het Staalbergven en in het Groot Huisven en niet in het Galgeven, terwijl deze soort dit jaar alleen dominant in het Galgeven en slechts sporadisch in beide andere wateren voorkwam. Zo'n soort verschuiving wordt ook aangetroffen bij *Glenodinium-Gymnodinium spec.*: dit taxon kwam in 1983 abundant voor in het Galgeven, in het Staalbergven en in het Groot Huisven, terwijl dit jaar alleen een dominantie in het Galgeven geconstateerd werd.

De zooplankters *Bosmina longispina* en *Keratella serrulata* werden in 1983 niet in het Galgeven aangetroffen. Dit jaar werd *B. longispina* niet en *K. serrulata* slechts sporadisch in dit ven aangetroffen. Mogelijk duidt dit erop dat deze twee kensoorten voor zuur water, die zich voeden met fytoplanktonorganismen en detritusdeeltjes, ten gevolge van de extreem lage zuurgraad van het Galgeven onvoldoende voedsel in dit ven aantreffen en hier dus niet meer kunnen voorkomen.

In 1984 is een 15-tal bemonsteringen uitgevoerd om een indruk te krijgen van de seizoensfluctuaties. In 1983 is in elk water één monster genomen in het voorjaar en één in de zomer. Uit bijlage 5 blijkt dat bij bemonstering in

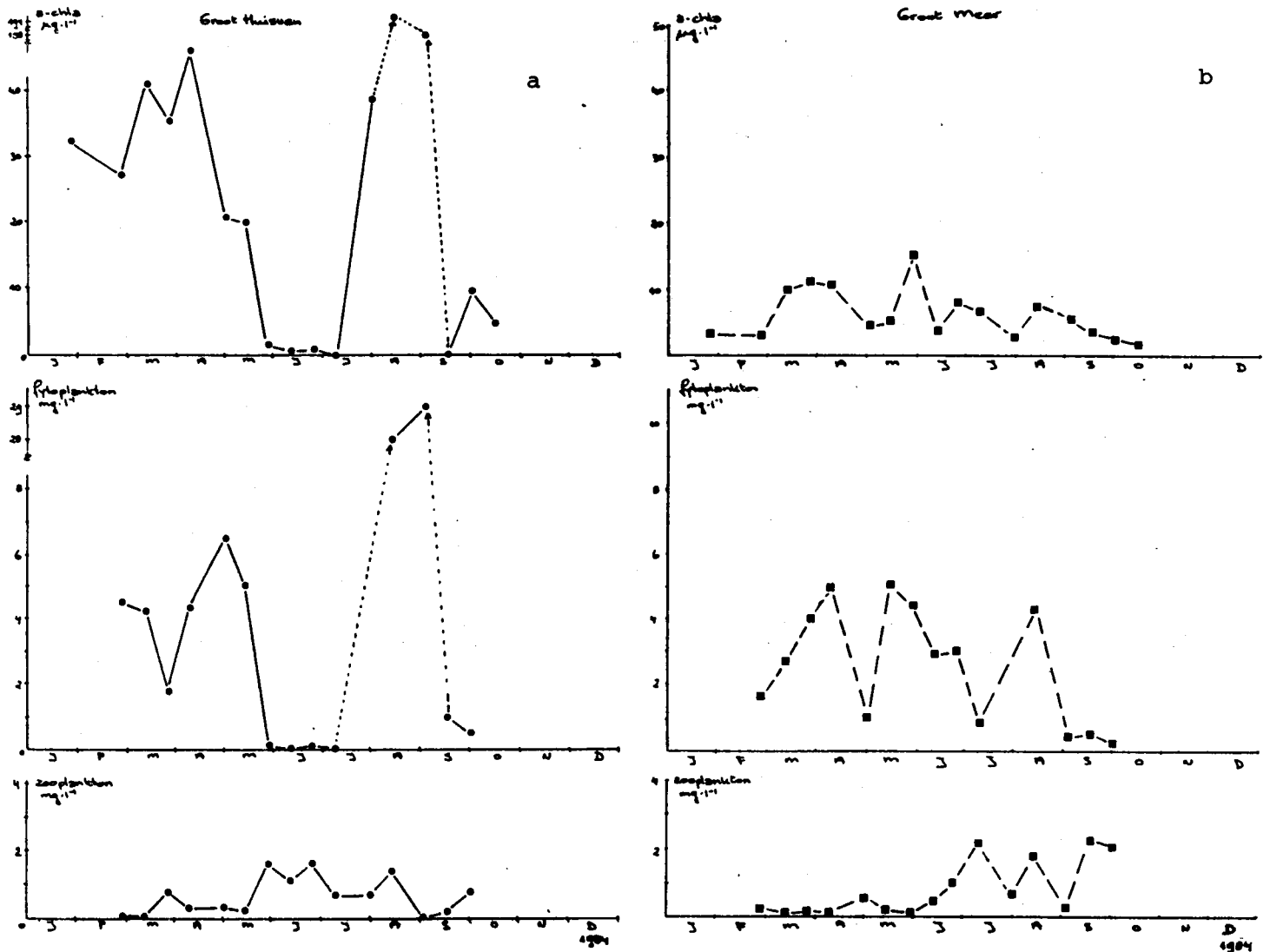


Figuur 17. Het aCHL-a gehalte, de biomassa van het fytoplankton en de biomassa van het zooplankton.

het voorjaar en de zomer de meeste taxa aangetroffen worden. Bemonstering in het najaar levert weinig extra informatie op wat betreft het aantal taxa. Wel is in het najaar het aantal exemplaren van een aantal taxa toegenomen. Dit houdt waarschijnlijk verband met decompositie van macrofyten in het Groot Huisven en het Grootmeer, waardoor nutriënten vrijkomen.

In figuur 17 en 18 zijn onder elkaar het actief chlorofyl-a (aCHL-a)-gehalte, de biomassa van het fytoplankton en de biomassa van het zooplankton per ven uitgezet. Bij vergelijking van het aCHL-a met de biomassa van het fytoplankton blijkt dat elke piek in het fytoplankton correspondeert met een toename in het aCHL-a gehalte. De hoogte van de biomassa is niet verantwoordelijk voor het gehalte aan aCHL-a, vergelijk b.v. fig. 18a en 18b. Het aCHL-a dat een organisme bevat varieert namelijk van soort tot soort.

In het Galgeven en in het Grootmeer treft men bij het fytoplankton een voorjaarspiek, een of twee zomerpieken en een najaarspiek aan. In het Staal-



Figuur 18. Het aCHL-a gehalte, de biomassa van het fytoplankton en de biomassa van het zooplankton.

bergven en het Groot Huisven komen in de loop van het jaar slechts twee pieken voor namelijk een voorjaarspiek en vervolgens een piek in respectievelijk het najaar en de zomer. Beide wateren hebben in de zomer een zeer laag fytoplanktongehalte. Dit hangt samen met de aanwezigheid van *Eudiaptomus gracilis* in deze vennen: deze zooplankter voedt zich o.a. met fytoplanktonorganismen. Zulk een afname in het fytoplankton, gepaard gaande met een toename in het zooplankton staat bekend als het "grazing-effect".

De voorjaarspieken die in elk ven optreden zijn een gevolg van het feit dat zich in de winter t.g.v. de lage biologische activiteit voedingsstoffen als N en P in het water ophopen. Wanneer vervolgens in het voorjaar factoren als temperatuur en licht zodanig in het voordeel van een i.h.a. klein fytoplanktonorganisme werken kan zo'n organisme zich als gevolg van zijn geringe omvang, de grote hoeveelheid voedingsstoffen en de geringe concurrentie van andere organismen enorm gaan ontwikkelen en zodoende een flinke toename in

de biomassa veroorzaken. Bij het afsterven van zo'n organisme komen de voedingsstoffen weer vrij waardoor andere organismen zich kunnen gaan ontwikkelen.

Bij vergelijking van de biomassa's van het fytoplankton van de 4 vennen blijkt dat in een verzuurd water, met uitzondering van het Staalbergven, hogere waardes bereikt worden dan in het Grootmeer. Dit is een gevolg van het feit dat een organisme dat een plotselinge bloei zou kunnen veroorzaken in een verzuurd water een lagere concurrentiedruk van andere organismen ondervindt. In het Grootmeer zijn vele soorten tegelijkertijd in redelijke aantallen vertegenwoordigd, waardoor onderlinge concurrentie het voor een bepaald organisme bemoeilijkt om, wanneer de omstandigheden optimaal zijn, zich plotseling sterk te gaan vermeerderen.

Dit gaat niet op voor het zooplankton. In het Galgeven is de biomassa van het zooplankton vrijwel verwaarloosbaar, zowel in vergelijking met die van het fytoplankton als in vergelijking met de biomassa van het zooplankton in de andere drie wateren. In het Staalbergven is de biomassa het hoogst, gevolgd door die van het Grootmeer en het Groot Huisven.

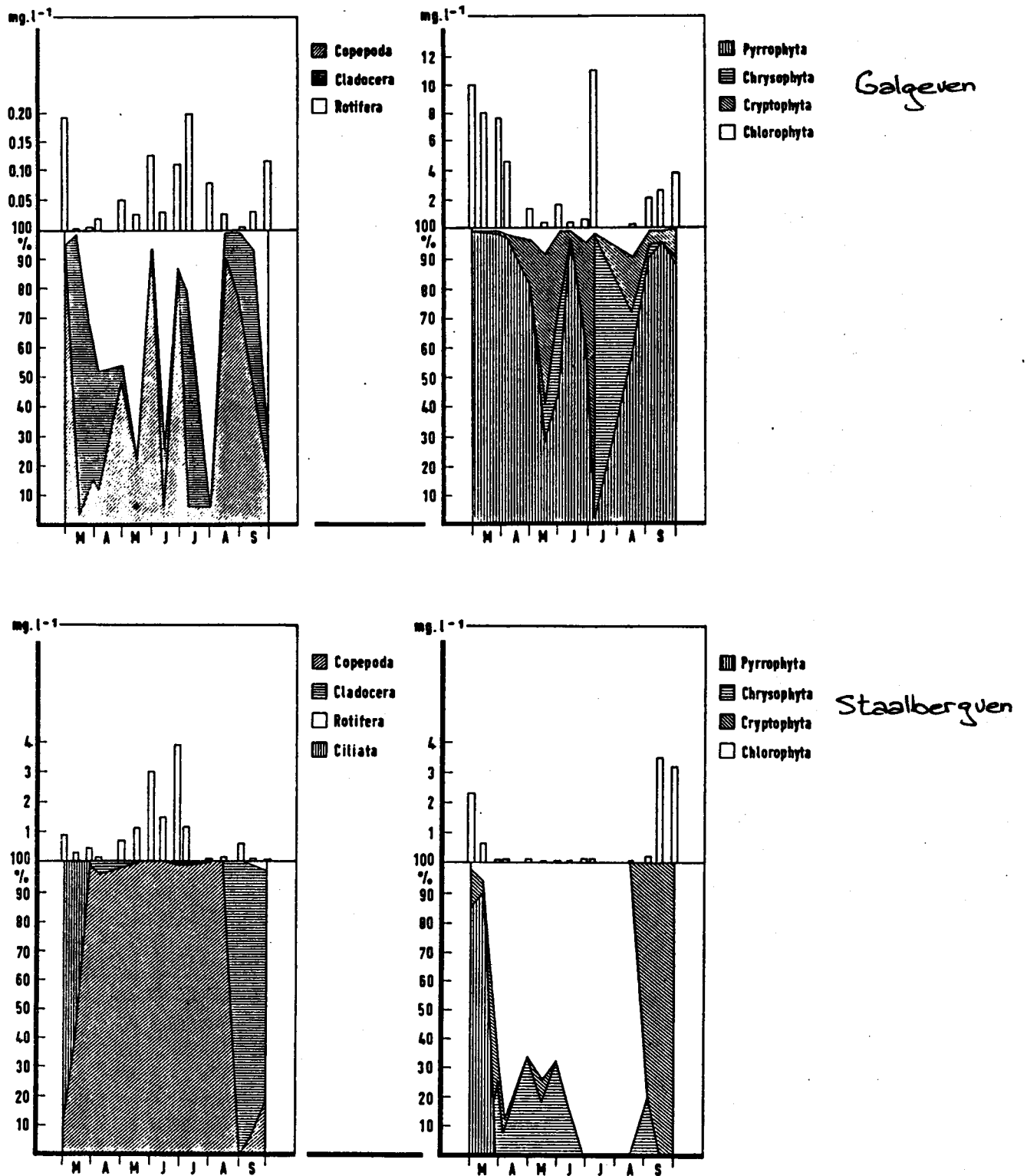
In figuur 19 en 20 is voor elk ven de biomassa van het zoo- en fytoplankton naast elkaar uitgezet met daaronder de relatieve samenstelling van de diverse taxa die bepalend zijn voor de biomassa.

Wat bij vergelijking van de zooplanktonsamenstelling van elk water direct opvalt is het dominant voorkomen van Copepoda in het Staalbergven en in iets mindere mate in het Groot Huisven, en wel in de vorm van *Eudiaptomus gracilis*, en in het Groot Huisven vanaf half juli van *Cyclops spec.* In het Galgeven en het Grootmeer zijn het alleen *Cyclops spec.* die de Copepoda vertegenwoordigen.

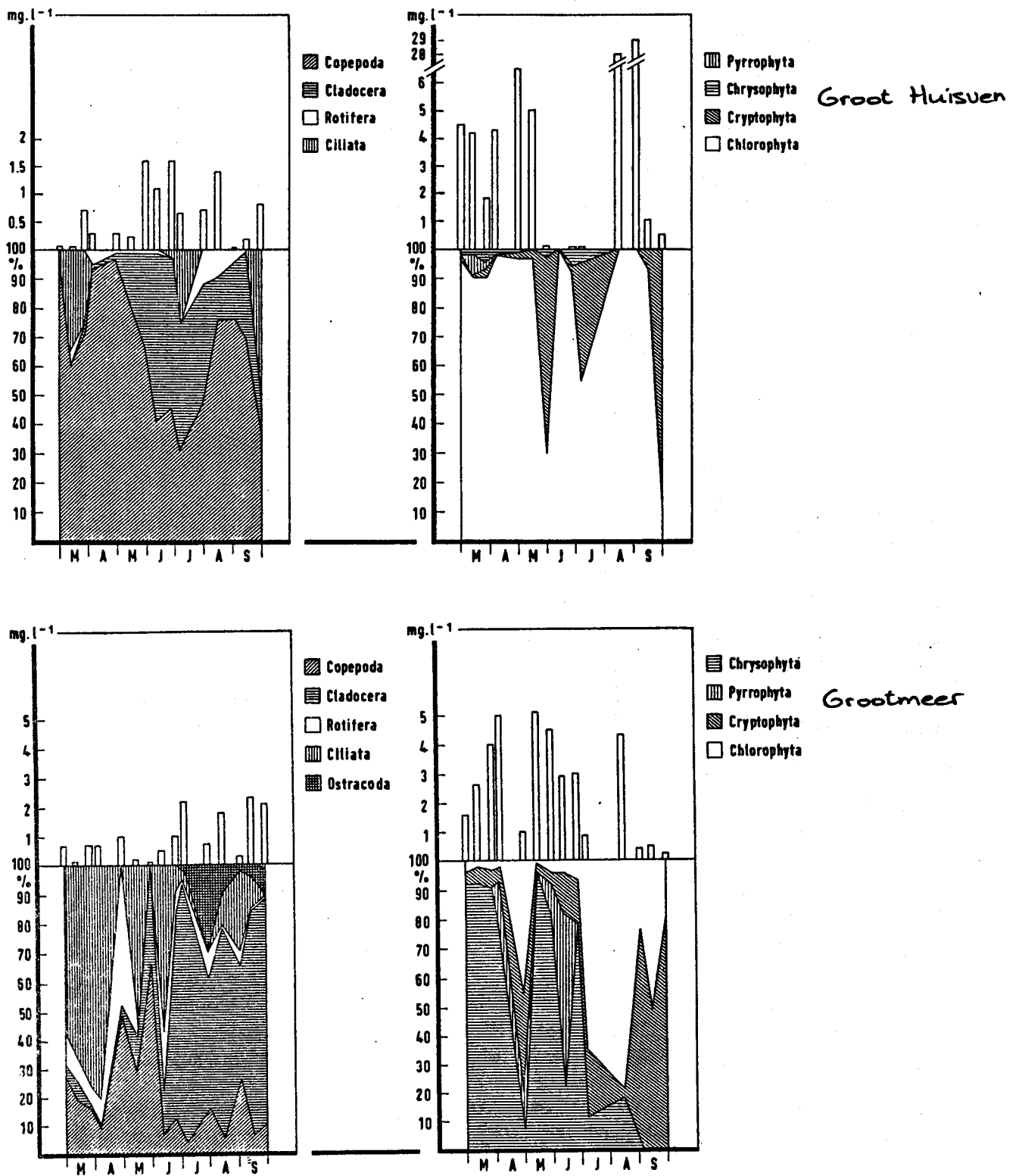
In het Galgeven vindt gedurende het hele jaar een sterke wisseling plaats in de zooplanktonsamenstelling: de drie aanwezige taxa komen afwisselend dominant in het water voor. De Cladoceren worden hier vrijwel uitsluitend vertegenwoordigd door *Chydorus sphaericus*, de Rotifera door *Brachionus urceolaris*, *Keratella quadrata* en *Rotaria spec.* in het voorjaar en geheel door *B. urceolaris* in de zomer en het najaar.

Het plotseling afnemen van de Copepoda in het Staalbergven aan het einde van de zomer gaat gepaard met een evenredig toenemen van Cladocera, en wel voornamelijk in de vorm van *Diaphanosoma brachyurum*.

In het Groot Huisven is het beeld gecompliceerder; daar leveren naast Copepoda en Cladocera ook Rotifera en Ciliata relatief gezien een vrij belangrijk aandeel in de totale samenstelling. De biomassa bereikt hier niet zo'n hoge waardes als in het Staalbergven ten gevolge van het feit dat hier meerdere soorten in plaats van twee zoals in het Staalbergven qua inhoud en



Figuur 19. Biomassa en relatief aandeel van de aanwezige taxa van het zoo- en van het fytoplankton.



Figuur 20. Biomassa en relatief aandeel van de aanwezige taxa van het zoo- en van het fytoplankton.

aantal de biomassa bepalen en elkaar onderling natuurlijk beconcurreren. Naast *E. gracilis* zijn dit de Cladocera *C. sphaericus* van half mei - half juni, *Bosmina longispina* van half mei - half juli, *D. brachyurum* van half juni - half juli en *Cyclops*-copepodieten van half juli - sept.

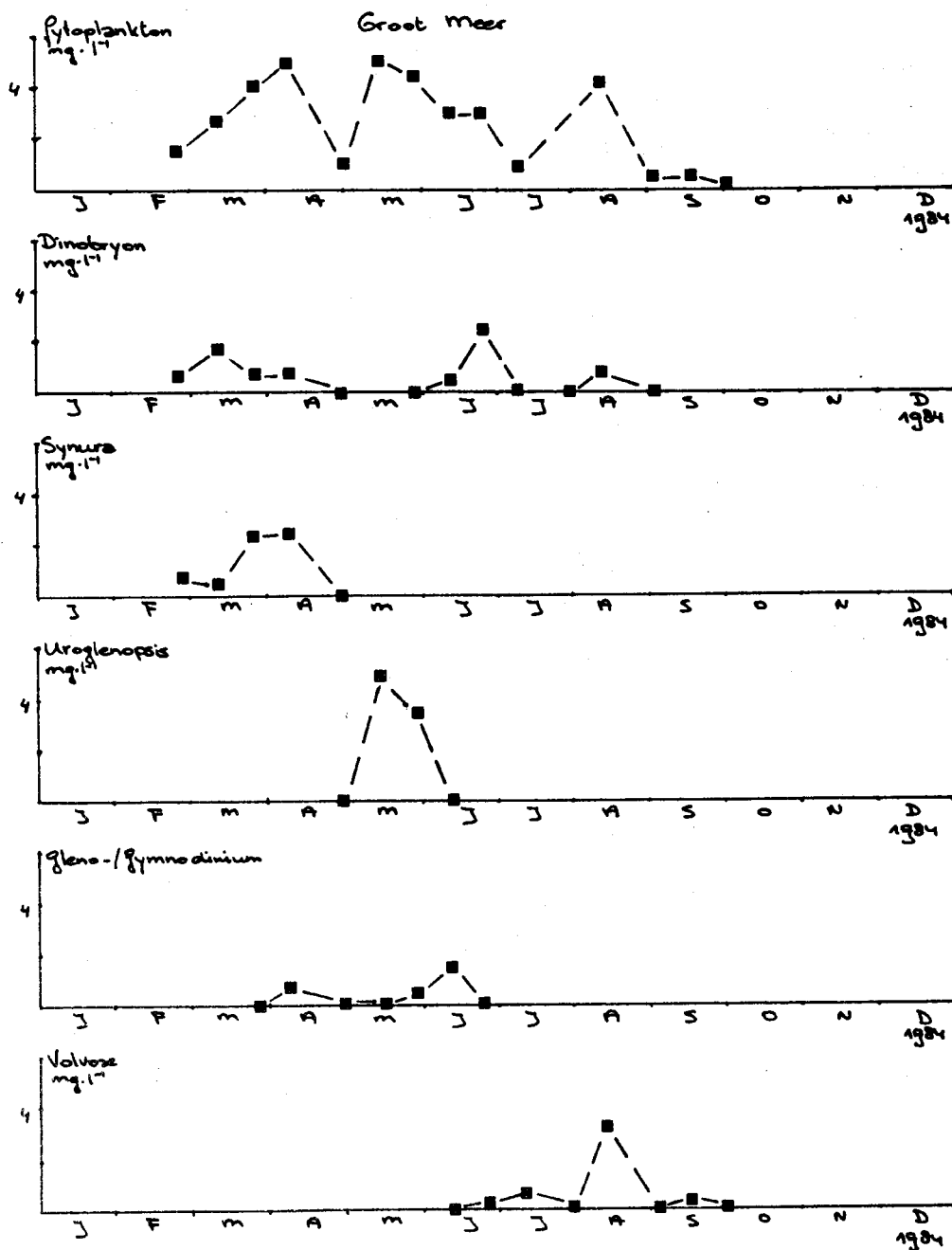
In het Grootmeer is het beeld nog gecompliceerder dan in het Groot Huisven en speelt een vijfde taxon een rol, namelijk de Ostracoda. Het aandeel van Ciliata en Ostracoda in het Groot Huisven en het Grootmeer hangt samen met de geringe diepte van deze twee wateren. Ciliata en Ostracoda zijn namelijk bodemorganismen die tijdens de monsternamen meegenomen zijn. In het voorjaar zijn de schommelingen nogal sterk, maar door de hoge concurrentiedruk treedt er niet zo'n sterke dominantie op als in het Galgeven het geval is. Vanaf het begin van de zomer zijn de Cladocera dominant aanwezig, voornamelijk in de vorm van *Sida crystallina* en in juni en juli ook door *D. brachyurum*. De aanwezigheid van *S. crystallina* hangt samen met de ontwikkeling van macrofyten in het water, zoals *Polygonum amphibium*.

Bij vergelijking van de fytoplankton-samenstellingen komen zeer duidelijk de verschillen tussen de vier wateren tot uiting. In het Galgeven zijn vrijwel het gehele jaar door de Pyrrophyta dominant aanwezig, in het Staalbergven en het Groot Huisven zijn dat de Chlorophyta en in het Grootmeer de Chrysophyta en de Chlorophyta.

In het Galgeven treedt in het voorjaar een bloei van *Glenodinium-Gymnodinium spec.* op, in de zomer een bloei van *Dinobryon divergens*, behorend tot de Chrysophyta en in het najaar van *Peridinium spec.* De bloei van *D. divergens* gaat gepaard met een enorme toename in de biomassa. Zulk een bloei van *D. divergens* in een extreem zuur water is eveneens door Geelen (1969) geconstateerd. Verder zijn de Cryptophyta in de vorm van *Cryptomonas spec.* en de Chlorophyta in de vorm van μ -algen het gehele jaar door in het Galgeven aanwezig.

In het Staalbergven leveren de Chlorophyta relatief gezien een belangrijk aandeel maar aangezien deze Chlorophyta uitsluitend vertegenwoordigd worden door μ -algen is de biomassa in de zomerperiode uiterst gering. De vrij hoge biomassa in het voorjaar wordt veroorzaakt door een bloei van *Glenodinium-Gymnodinium spec.* en in het najaar door *Cryptomonas spec.*

In tegenstelling tot het Staalbergven vormen de Chlorophyta in het Groot Huisven zowel relatief gezien als qua biomassa het belangrijkste aandeel in de totale samenstelling. In het voorjaar is het de soort *Stichococcus minutus* en in de zomer *Gonyostomum semen*. Die bloei van *G. semen* veroorzaakt



Figuur 21. De biomassa van het fytoplankton en die van de 5 belangrijkste soorten.

een extreem hoog biomassa-gehalte van het water. Dat deze soort zo'n enorme bloei kan veroorzaken hangt samen met het feit dat zij in het bezit is van trichocysten, die waarschijnlijk ter verdediging dienen en bij prikkeling slijm afscheiden. Dientengevolge wordt deze soort niet door andere organismen gegeten en ondervindt dan ook vrijwel geen concurrentie. *G. semen* wordt aangetroffen in dystrofe veenplassen.

Verder is *Cryptomonas spec.*, behorend tot de Cryptophyta, vrijwel steeds aanwezig.

Net als bij de zooplanktonsamenstelling vertoont het Grootmeer ook nu het meest gecompliceerde beeld. In het voorjaar veroorzaken de soorten *Synura spec.* en *D. divergens* en in de zomer *Uroglenopsis americana* en *D. divergens*, alle drie behorend tot de Chrysophyta, een toename in de biomassa. Vanaf half juli tot eind augustus zijn dat *Volvox aureus* en *V. globator*, vertegenwoordigers van de Chlorophyta (fig. 21). Net als in het Groot Huisven en het Galgeven is *Cryptomonas spec.* het gehele jaar door aanwezig.

4.4. MACROFAUNA

4.4.1. Macrofauna in het watercompartment.

De gegevens betreffende de macrofauna in het water zijn in tegenstelling tot die van de bodem kwalitatief verwerkt. Bij een kwantitatief macrofauna onderzoek in het watercompartment zouden alle microhabitats in een ven bemonsterd moeten worden. Tevens zou het aandeel van ieder habitat in het totale systeem onderzocht dienen te worden. Aangezien dit praktisch niet mogelijk was, werd volstaan met vier monsters uit elk ven. De monsters zijn echter niet helemaal vergelijkbaar voor de vennen. Het materiaal van elk ven werd steeds vier uur op het laboratorium uitgezocht. Doordat het materiaal van het ene ven gemakkelijker uit te zoeken is dan dat van het andere ven, kunnen de resultaten niet kwantitatief vergeleken worden. Door de aantallen van de verschillende macrofaunagroepen gevonden in één ven te delen door het totaal aan gemonsterd macrofauna in het desbetreffende ven, worden de resultaten gerelativeerd en vervolgens vergelijkbaar tussen de vier vennen onderling.

De macrofauna in het watercompartment is verdeeld in zeventien grote groepen. Deze groepen hebben niet dezelfde rangorde in het taxonomische systeem. Deze indeling is gekozen op praktische overwegingen. De Mollusca vormen bijvoorbeeld een phylum en de Chironomidae daarentegen een familie. Tabel 10 toont dat de meeste grote groepen in alle vier de vennen voorkomen, dus zowel in zuur als in basisch milieu. Deze groepen zijn de Acarina, Ceratopogonidae, Chironomidae, Coleoptera, Heteroptera, Odonata, Oligochaeta, Rest Nematocera en Trichoptera. Dit wil nog niet zeggen dat elke soort van deze groepen zuurtolerant is. Het onderzoek op soortsniveau dat later in dit hoofdstuk is beschreven, zal dit uitwijzen. Arachnida, Collembola, Chaoboridae en Plathelminthes zijn in dit onderzoek alleen in de drie zure wateren waargenomen. In 1983 zijn deze vier groepen echter ook in circumneutraal-basisch water waargenomen (Vanhemelrijk, 1985).

De Hirudinea komen normaal gesproken niet voor in water met een extreem lage pH. In het Staalbergven en het Galgeven zijn ze niet waargenomen. In het Groot Huisven met een gemiddelde pH van 4,8 zijn nog twee exemplaren gevonden. De Ephemeroptera zijn niet in het Galgeven en het Groot Huisven waargenomen, echter wel in het Staalbergven. Het betreft hier slechts één zuurtolerante soort (van de andere soort is maar één individu waargenomen). In het Grootmeer is een groot aantal Ephemeroptera waargenomen.

Tabel 10. Het voorkomen van de macrofaunagroepen en het minimaal aantal soorten dat is waargenomen in het watercompartment.

Macrofaunagroep	Galgeven	Staalbergven	Groot Huisven	Grootmeer
Acarina	.	.	.	.
Arachnida	1	1	1	-
Ceratopogonidae	.	.	.	.
Chaoboridae	-	1	-	-
Chironomidae	.	.	.	.
Coleoptera	12	11	5	15
Collembola	.	.	.	-
Ephemeroptera	-	2	-	6
Heteroptera	11	14	8	14
Hirudinea	-	-	2	2
Megaloptera	1	1	-	1
Mollusca	-	-	-	8
Odonata	5	6	5	8
Oligochaeta	.	.	.	.
Plathelminthes	1	-	-	-
Rest Nematocera	.	.	.	.
Trichoptera	7	14	10	13

. = niet tot op soort gedetermineerd.

De mollusken zijn alleen in het Grootmeer waargenomen. De mollusken vertonen geen grote zuurtolerantie. Een gegeven is dat in zuur water minder kalk voorkomt. Dit gegeven en het feit dat zuur water de slakkehuisjes en schelpen aantast, kunnen de oorzaak zijn dat deze groep niet in het Galgeven, Staalbergven en Groot Huisven is waargenomen.

In figuur 22 zijn de relatieve abundanties van de verschillende macrofaunagroepen over de seizoenen weergegeven. Als eerste valt op dat alle vier de vennen sterke fluctuaties in abundantie voor de verschillende macrofaunagroepen vertonen tijdens de verschillende seizoenen. De relatieve abundantie van de Chironomidae fluctueren meer in de zure vennen dan in het basische Grootmeer. In alle vier de vennen is er voor de Chironomidae

in het voorjaar een sterke daling van de relatieve abundantie. Dit wordt verklaard door het feit dat de chironomiden dan uitvliegen en zo uit het water verdwijnen. In de zomer stijgt het relatieve aandeel van de Chironomidae weer. In het najaar daalt het aandeel van de Chironomidae in het Staalbergven en het Grootmeer, terwijl dit niet het geval is in het Galgeven en het Groot Huisven. Dit wordt mede veroorzaakt door de sterke stijging van de relatieve abundantie van Ephemeroptera in het Grootmeer en Oligochaeta in het Staalbergven.

De relatieve abundantie van de Ceratopogonidae vertoont in de zure vennen een sterke stijging tussen mei en juni. In het Galgeven en het Groot Huisven is deze stijging opvallend hoog. De relatieve abundanties van de Ceratopogonidae in het Grootmeer zijn in de restgroep verwerkt, omdat ze in het hele seizoensverloop zeer laag blijven.

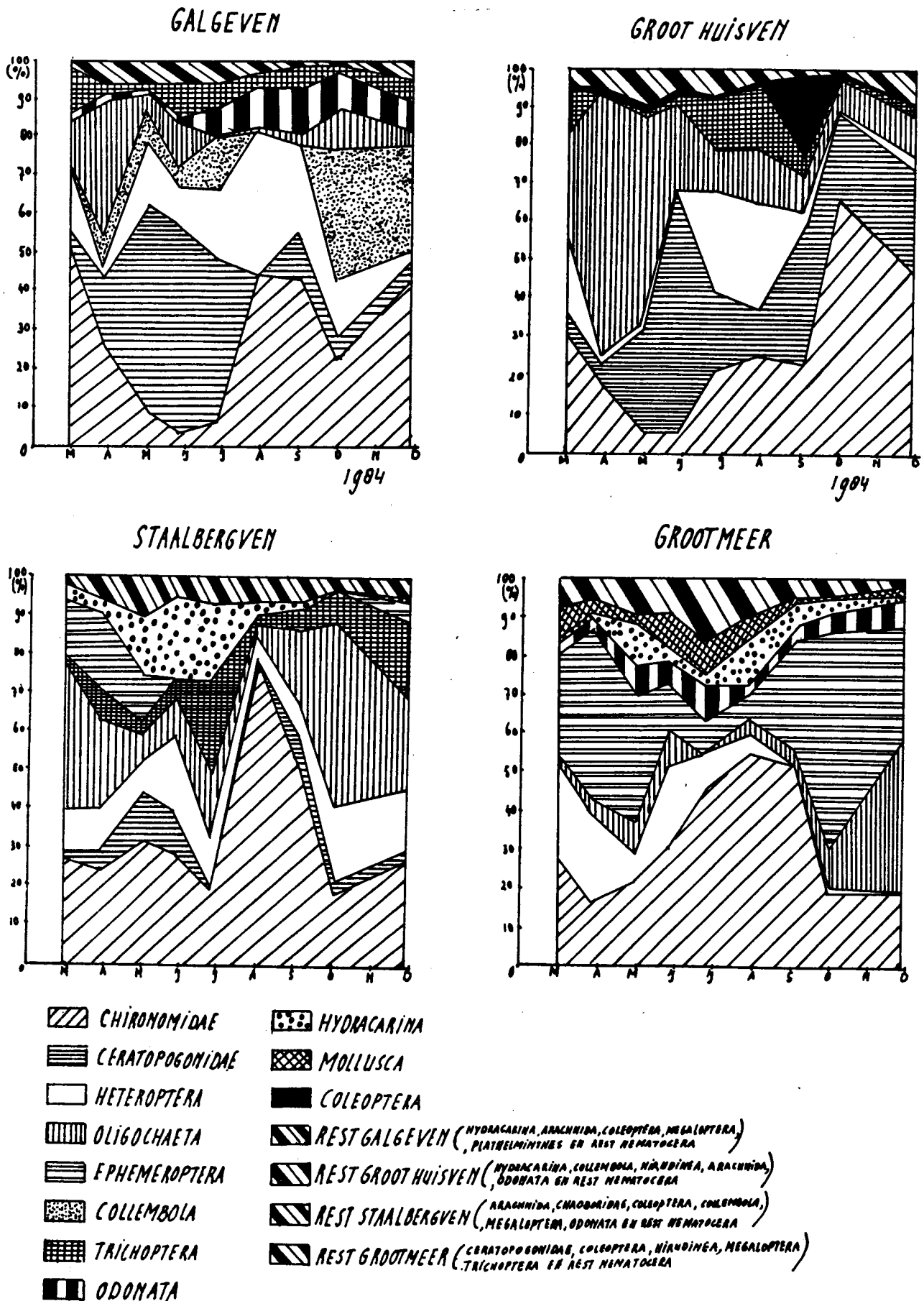
In het Galgeven en Groot Huisven vertoont de relatieve abundantie van de Heteroptera in de zomer een stijging. In het najaar nemen de relatieve abundanties af, behalve in het Staalbergven.

De Oligochaeta zijn vooral in het voorjaar een dominante groep. Dit gaat niet op voor het Grootmeer. Vooral de oligochaeten in het Groot Huisven domineren in het voorjaar. In de zomer dalen de relatieve abundanties in de zure vennen. In het najaar vertonen de abundanties van de oligochaeten een sterke stijging, met name in het Staalbergven. Zelfs in het Grootmeer worden de oligochaeten relatief gezien belangrijker.

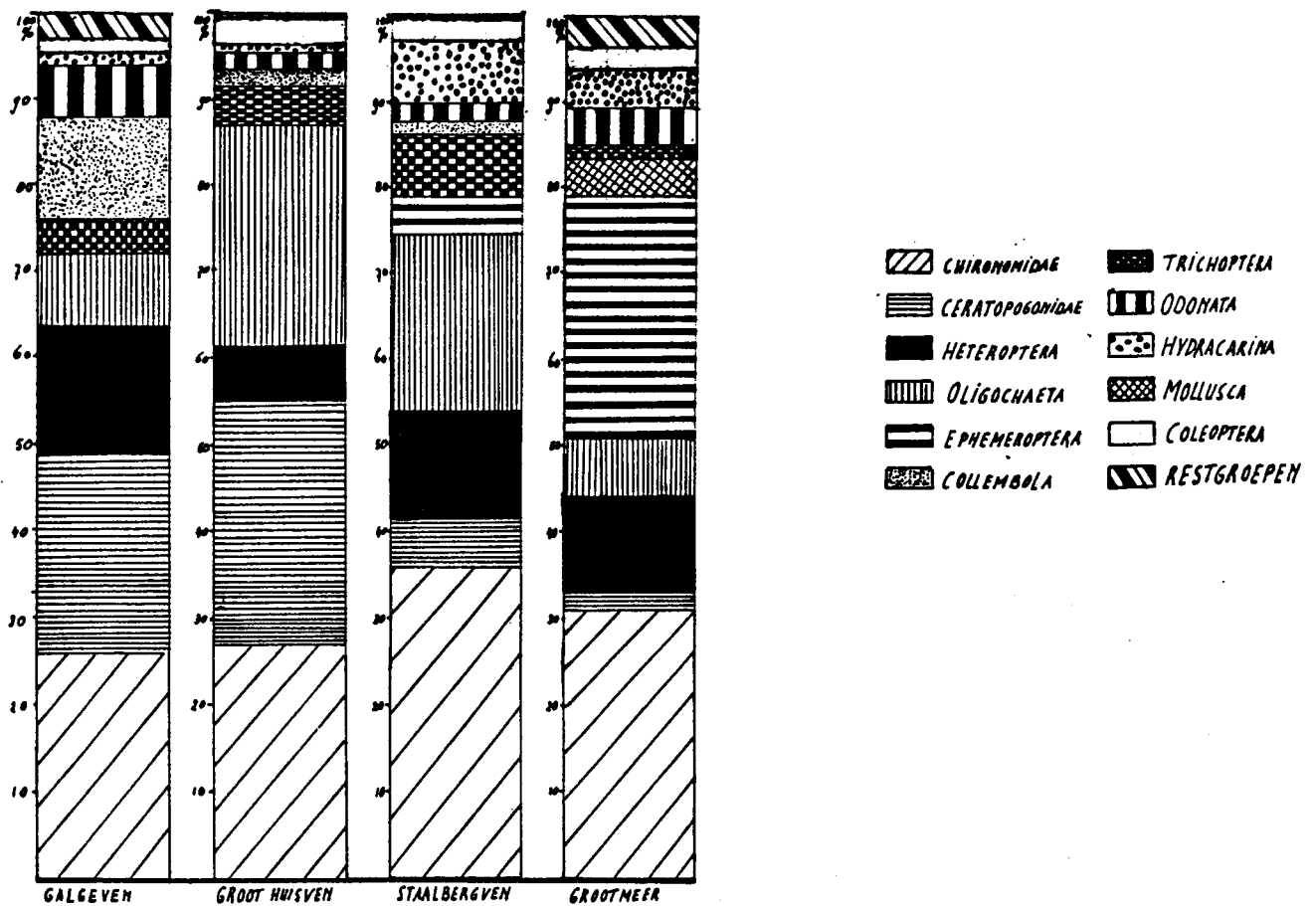
De relatieve abundanties van de Coleoptera in het Groot Huisven nemen in de nazomer toe. In de drie andere vennen zijn de Coleoptera niet van belang. De Acarina in het Staalbergven nemen in het voorjaar in abundantie toe, terwijl de Collembola in het Galgeven een toename van de relatieve abundantie in het najaar hebben.

De Ephemeroptera in het Staalbergven zijn niet in de zomer waargenomen. In het voorjaar zijn ze wel duidelijk aanwezig. In het najaar stijgt de relatieve abundantie weer. In het Grootmeer zijn de haften een dominante groep. Net als in het Staalbergven vertoont de relatieve abundantie in het Grootmeer een daling in de zomermaanden, waarna deze vervolgens in het najaar weer toeneemt.

De relatieve abundantie van de Trichoptera vertoont in het Galgeven weinig fluctuaties. In het Groot Huisven is een stijging van de relatieve abundantie in de zomer waar te nemen. Dit is eveneens het geval in het Staalbergven. Het Staalbergven vertoont voor de relatieve abundantie ook nog een stijging in het najaar. De relatieve abundanties van de Trichoptera in het Grootmeer zijn in de restgroep verwerkt.



Figuur 22. De relatieve abundanties van de verschillende macrofaunagroepen over de seizoenen in de vier onderzochte vennen.



Figuur 23. De relatieve abundanties van de verschillende macrofaunagroepen op basis van jaargemiddelden in de vier vennen.

In figuur 23 zijn de relatieve abundanties van de verschillende macrofaunagroepen op basis van jaargemiddelden weergegeven. Zowel in de zure vennen als in het basische Grootmeer nemen de chironomiden een groot deel van het histogram in. In de zure vennen worden de chironomiden niet dominanter dan in het Grootmeer. Dit geldt echter wel voor de Ceratopogonidae. Vooral in het Galgeven en het Groot Huisven is het relatieve aandeel van de Ceratopogonidae hoog. De Heteroptera vertonen weinig verschil in relatieve abundantie wanneer zuur water met niet zuur water vergeleken wordt. De relatieve abundantie van de oligochaeten neemt in de zure vennen toe in vergelijking met het Grootmeer. In het Staalbergven en het Groot Huisven is deze toename aanzienlijk. De Ephemeroptera hebben in het Grootmeer een veel hogere relatieve abundantie dan in het Staalbergven. In het Groot Huisven en het Galgeven zijn ze zelfs niet waargenomen. De relatieve abundanties van de Trichoptera zijn in de zure vennen hoger dan in het Grootmeer, terwijl de relatieve abundanties van de Odonata lager zijn. De Acarina

laten voor de relatieve abundantie een wisselend beeld zien. In het Galgeven en het Groot Huisven is de relatieve abundantie lager dan in het Grootmeer, terwijl in het Staalbergven de relatieve abundantie hoger is dan in het Grootmeer. De relatieve abundantie voor de Coleoptera loopt in de vier vennen weinig uiteen. Tenslotte kan van de Collembola vermeld worden, dat deze in de zure vennen relatief meer zijn waargenomen dan in het basische Grootmeer.

De macrofauna kan vervolgens ook op een andere manier ingedeeld en bekeken worden. Ten eerste wordt gekeken naar de indeling van functionele groepen op grond van het aard van het voedsel, dat deze groepen tot zich nemen. Ten tweede wordt gekeken naar de indeling van functionele groepen op grond van hun voedingsmechanismen. Voor deze indeling is gebruik gemaakt van de doctoraalscriptie van Drossaert (1984). Voor aanvullende informatie wordt verwezen naar Vanhemelrijk (1985).

De indeling van functionele groepen op grond van hun type voedsel heeft hier geleid tot vijf voedselgroepen: carnivoor, omnivoor, detritivoor, herbivoor en herbivoor/detritivoor. Drossaert (1984) heeft de volgende definities aangehouden

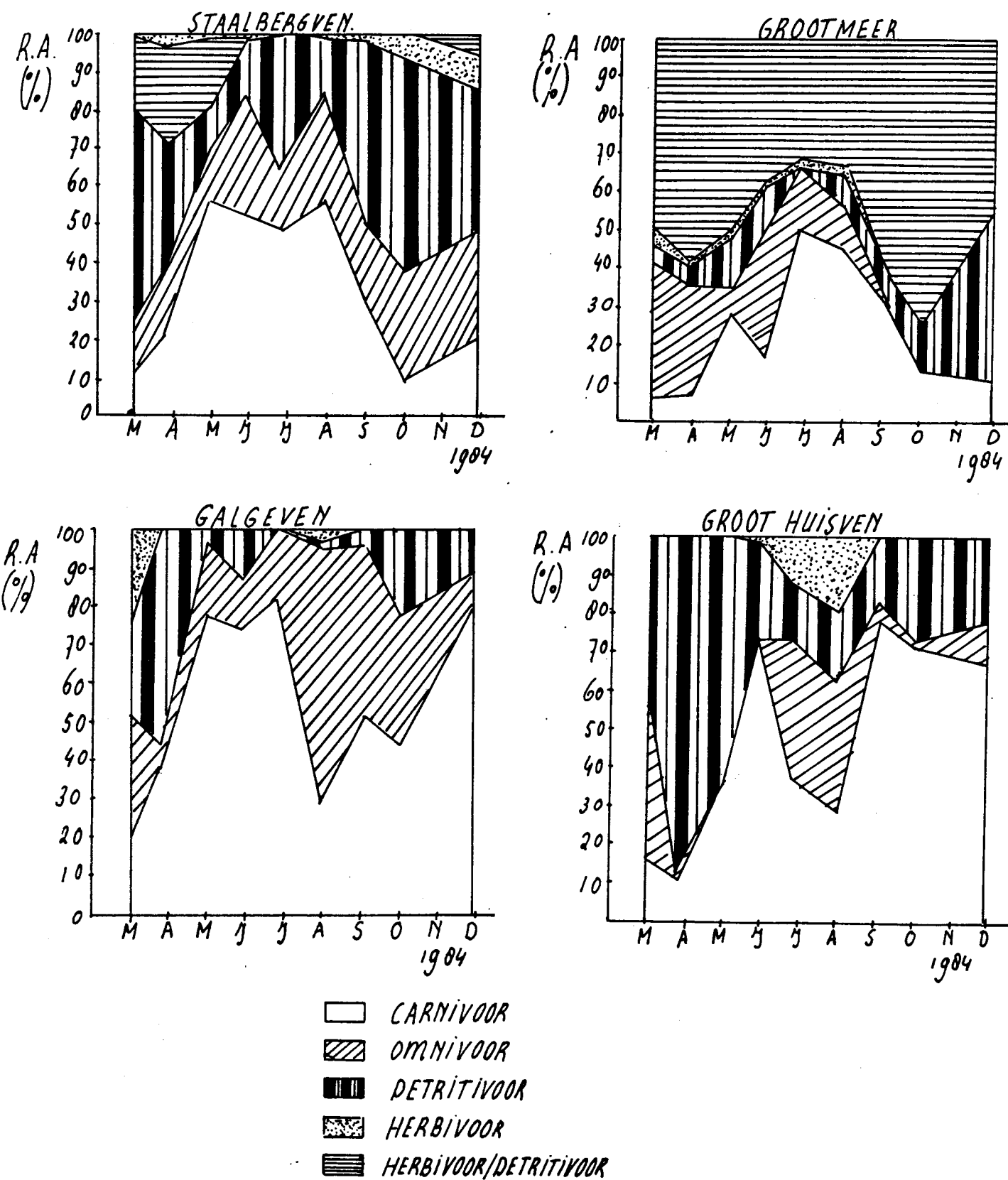
- 1) Carnivoor: organismen waarvan het voedsel voor meer dan 50% bestaat uit levend dierlijk materiaal.
- 2) Omnivoor: organismen die zich voeden met levend en/of dood dierlijk en/of plantaardig materiaal en die geen duidelijke voorkeur vertonen voor één van die voedselcategorieën.
- 3) Herbivoor: organismen waarvan het voedsel voor meer dan 50% uit levend plantaardig materiaal bestaat.
- 4) Detritivoor: organismen waarvan het voedsel voor meer dan 50% bestaat uit niet levend materiaal en daarmee geassocieerde niet-fotosynthetiserende micro-organismen.

Het dient vermeld te worden dat de Chironomidae, Coleoptera, de Trichoptera soort *Ecnomus tenellus* en de Collembola in deze indeling niet verwerkt zijn. Van de Coleoptera, Collembola en *Ecnomus tenellus* waren geen gegevens bekend, en de chironomiden zijn niet tot op soort gedetermineerd, waardoor deze niet in te delen waren.

Figuur 24 toont dat de relatieve abundanties van de carnivoren over de seizoenen sterk fluctueren in de vier vennen. In alle vier de vennen is er in de zomer een stijging van de relatieve abundantie van de carnivoren te zien, waarna echter de relatieve abundantie in het Staalbergven en het Grootmeer in het najaar sterk dalen. In het Galgeven en het Groot Huisven blijft de relatieve abundantie in het najaar hoog. De omnivoren zijn in het najaar niet meer in het Grootmeer waargenomen, terwijl in de zure vennen deze voedselgroep aanwezig blijft. In het Galgeven en het Groot Huisven is in de zomer een hoge relatieve abundantie van omnivoren te zien. De detritivoren zijn in de vier vennen vooral in het voorjaar en in het najaar goed vertegenwoordigd. In het Grootmeer geldt dit niet voor het voorjaar. Detritivoren zijn organismen die leven van niet-levend materiaal. In het najaar stijgt de hoeveelheid detritus, doordat veel organismen afsterven. De situatie wordt dus in het najaar voor detritivoren gunstiger, wat de toename in het najaar verklaard. De relatieve abundantie van herbivoren in het Groot Huisven stijgt in de zomermaanden. Dit kan een gevolg zijn van een toename aan epifyten en macrofyten in de zomer. De combinatie van herbivoor/detrivoor domineert het hele seizoen door sterk in het Grootmeer. In het voorjaar en het najaar komt deze dominantie zelfs boven de 50%. In het Staalbergven is er ook in het voorjaar en najaar een stijging van de relatieve abundantie van herbivoor/detrivoor waar te nemen.

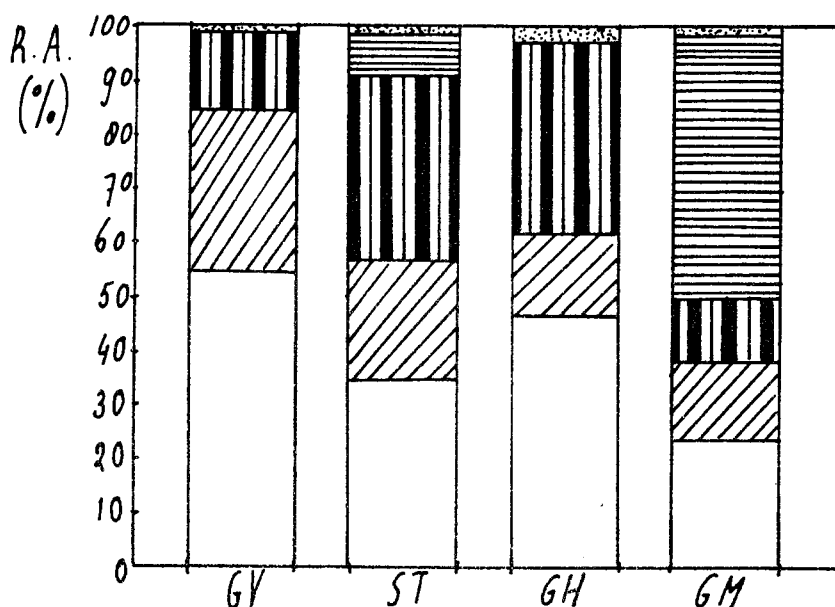
In figuur 25 zijn de jaargemiddelden van de relatieve abundanties van de voedselgroepen weergegeven. Als eerste is de toename van de relatieve abundantie van carnivoren in de zure vennen opmerkelijk in vergelijking tot het Grootmeer. Blijkbaar hebben de carnivoren minder last van een verzuurd milieu. Een kenmerk van een verzuurd aquatisch milieu is dat het water een helder karakter krijgt door een afname van de primaire producenten. Carnivoren zijn predatoren en dus gebaat bij een beter zicht op hun prooi. Door het heldere water kunnen ze hun prooi beter en sneller waarnemen. Omnivoren in de zure vennen nemen niet in abundantie af ten opzichte van het Grootmeer. Omnivoren zijn alleseters en waarschijnlijk zijn ze daardoor in staat gemakkelijker te adapteren aan een verzuurd verstoord milieu.

De stijging van de relatieve abundantie van carnivoren en detritivoren in de zure vennen heeft als gevolg dat deze in de zure vennen de dominante voedselgroep zijn. Dit is in tegenstelling tot het Grootmeer, waar de herbivoren/detritivoren de dominante voedselgroep zijn. Deze laatste groep wordt



Figuur 24. De relatieve abundanties van de functionele groepen op grond van het type voedsel over de seizoenen in de vier vennen.

bijna helemaal bepaald door de Ephemeroptera. Al eerder is vermeld dat de Ephemeroptera niet in het Galgeven en het Groot Huisven zijn waargenomen, met als gevolg dat in deze vennen geen herbivoren/detritivoren waargenomen zijn.



Figuur 25. Gemiddelde relatieve abundantie van de functionele groepen op grond van het type voedsel, gebaseerd op het totaal aantal individuen per monsterdatum.

Met een indeling van de macrofauna op grond van hun voedingsmechanismen kunnen vier basisgroepen worden onderscheiden en wel de volgende:

- 1) Verknippers (SHREDDERS)
- 2) Predatoren (PREDATORS)
- 3) Schrapers (SCRAPERS)
- 4) Verzamelaars (COLLECTORS)

Drossaert (1984) heeft deze basisgroepen als volgt beschreven:

- 1) SHREDDERS zijn organismen die hun voedsel verwerven door stukken van grote voedselbrokken zoals macrofyten en organische partikels

groter dan 1 mm af te knippen, te kauwen of te scheuren. Ook kunnen deze organismen in het materiaal boren of in het voedsel een gang graven, waarbij het weggegraven materiaal gegeten wordt (afgekort SH).

2) PREDATORS zijn organismen die zich voeden met levende prooidieren en hiervoor gedragsmatig en morfologisch zijn aangepast. (afgekort als P).

3) SCRAPERS zijn organismen die hun voedsel verwerven door het grazen van het op vaste substraten, zoals macrofyten en stenen, voorkomende perifyton (afgekort als SC).

4) COLLECTORS zijn te verdelen in twee groepen:

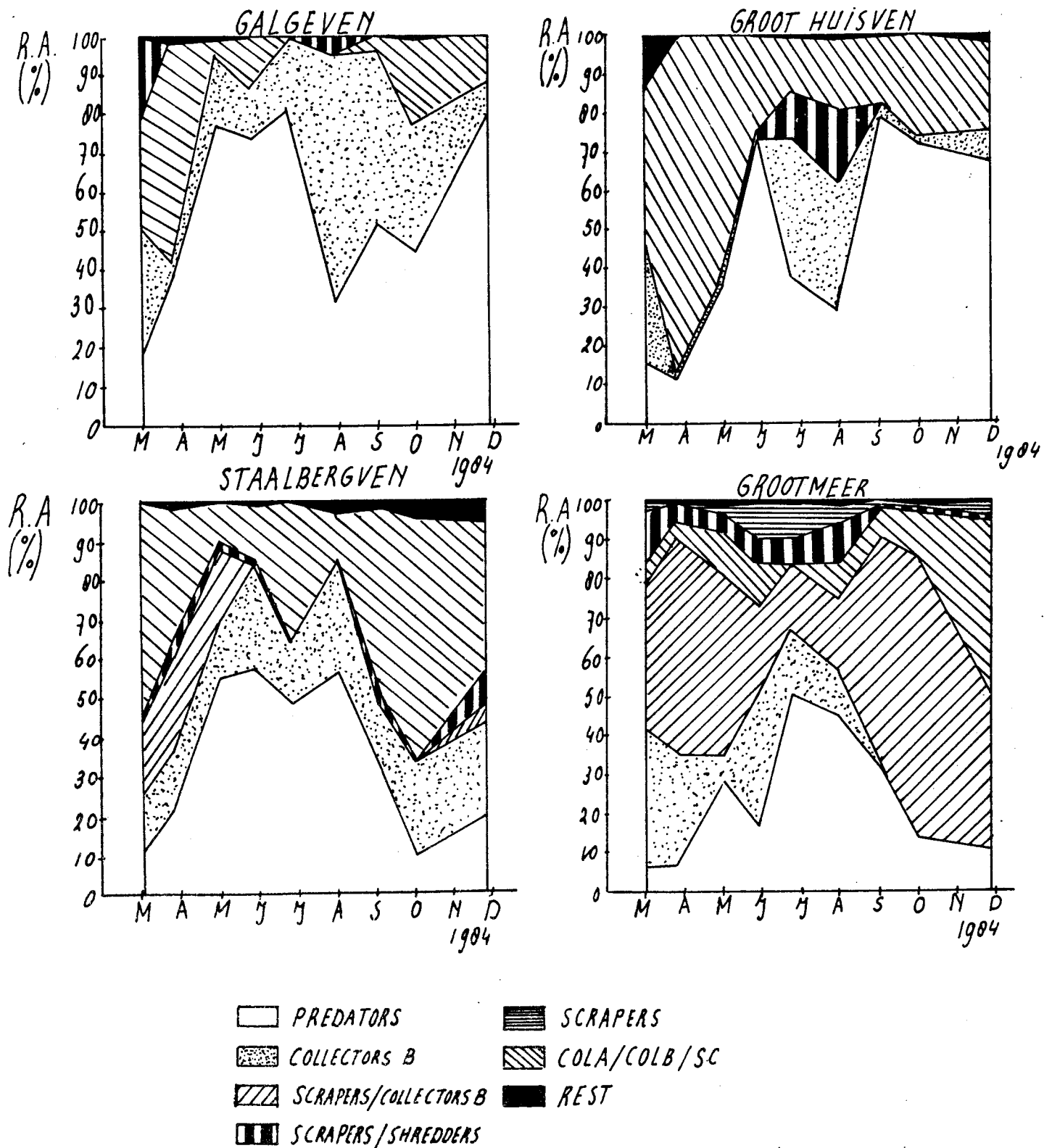
A. Filterfeeders: deze organismen verzamelen het fijn organisch materiaal (0,5µm - 1mm) dat in het water opgelost is (afgekort als COL A).

B. Depositfeeders: deze organismen voeden zich met fijn organisch materiaal (0,5µm - 1mm) dat gesedimenteerd is (afgekort als COL B).

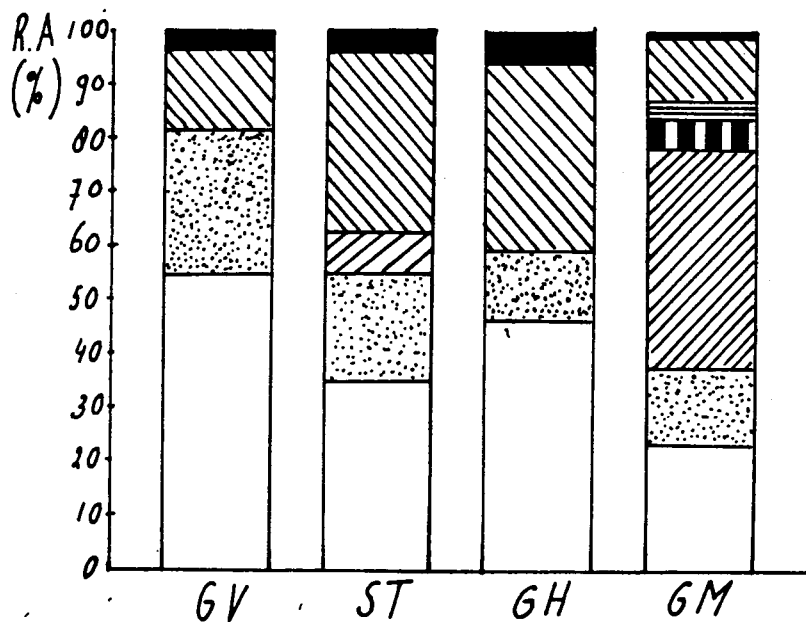
Figuur 26 geeft een beeld van de relatieve abundanties over 1984 voor de functionele groepen en hun voedingsmechanismen. Ook in deze figuur zijn de Chironomidae, Coleoptera, de Trichoptera soort *Ecnomus tenellus* en Collembola niet meegerekend. Er zijn verschillende combinaties van de basisgroepen weergegeven. Een combinatie van twee basisgroepen wil zeggen dat deze macro-evertebraten beide voedingsmechanismen gebruiken om hun voedsel te verorberen. De relatieve abundanties van de predatoren en carnivoren komen overeen. Een predator is namelijk een carnivoor. De collectors B komen in de zure vennen het hele jaar door voor. In het Grootmeer verdwijnen de collectors B in het najaar. In het Galgeven is vooral in de nazomer een stijging van de relatieve abundantie waar te nemen.

De scrapers/collectors B worden voornamelijk gevormd door de Ephemeroptera, waardoor deze sterk dominant zijn in het Grootmeer gedurende bijna het hele jaar. De scrapers/shredders komen in de zomermaanden in het Groot Huisven en het Grootmeer tot hogere abundanties. De scrapers vertonen dit in de zomer alleen voor het Grootmeer. De collectors A/collectors B/scrapers vertonen in het voorjaar en in de zomer in de zure vennen hogere relatieve abundanties dan in het basische Grootmeer. In het najaar komt deze groep ook in het Grootmeer opzetten.

In figuur 27 zijn de relatieve abundanties van de functionele groepen en hun voedingsmechanismen op basis van jaargemiddelden weergegeven. In de zure vennen nemen de predatoren en collectors A/collectors B/scrapers



Figuur 26. De relatieve abundanties van de functionele groepen en hun voedingsmechanismen over de seizoenen in de vier vennen.



Figuur 27. Gemiddelde relatieve abundantie van de functionele groepen en hun voedingsmechanismen, gebaseerd op het aantal individuen per monsterdatum.

in abundantie toe en de scrapers/shredders en scrapers/collectors B in abundantie af.

Het minimaal aantal waargenomen soorten per ven wordt vermeld in tabel 10. De soortenrijkdom is in de zure vennen bij verschillende macrofaunagroepen lager, wanneer deze vergeleken wordt met de soortenrijkdom in het Grootmeer. Dit gaat op voor de Coleoptera, Odonata, Ephemeroptera, Trichoptera, Hirudinea, Heteroptera en Mollusca. Voor de Trichoptera en Heteroptera moet opgemerkt worden dat het Staalbergven een hogere soortenrijkdom vertoont in vergelijking met het Grootmeer.

Wanneer het totaal aan soorten per ven opgeteld wordt, is duidelijk te zien dat in het basische Grootmeer ongeveer twee keer zo veel soorten zijn waargenomen dan in het Galgeven en het Groot Huisven en anderhalf keer zo veel als in het Staalbergven. Opmerkelijk is dat in het Staalbergven nog relatief veel soorten zijn waargenomen, ondanks een gemiddelde pH van 3,7. De algemene waargenomen trend is dat het totaal aan soorten in de zure vennen afneemt. Veel zuurgevoelige soorten worden niet meer in de zure wateren waargenomen. Daarentegen worden er ook enkele zuurminnende soorten niet in het Grootmeer, maar wel in de zure vennen waargenomen.

In de bijlagen nummer 6 en 7 zijn twee soortenlijsten opgenomen. De ene lijst geeft het al dan niet voorkomen van de soorten in de vier vennen weer, de andere lijst de aantallen van de soorten op elk monsterdatum. Uit de eerste lijst valt op te maken welke soorten niet in de zure vennen maar wel in het Grootmeer zijn waargenomen en welke alleen in de zure vennen zijn waargenomen.

In tabel 11 worden de relatieve abundanties van enkele soorten in de macrofaunagroep weergegeven. Er worden slechts die soorten vermeld die een duidelijk verschil geven in relatieve abundantie wanneer niet zuur water met zuur water vergeleken wordt.

Tabel 11. De relatieve abundantie van verscheidene soorten in enkele macrofaunagroepen in de vier onderzochte vennen (de relatieve abundanties zijn jaartotalen). Het totaal binnen een groep is steeds 100%.

	Galgeven	Staalbergven	Groot Huisven	Grootmeer
Heteroptera				
<i>Corixa dentipes</i>	2,2	2,1	2,3	-
<i>Cymatia coleoptrata</i>	44,1	3,9	62,6	62,2
<i>Sigara distincta</i>	-	2,7	3,1	0,3
<i>Sigara scotti</i>	0,3	54,0	6,1	0,3
<i>Sigara striata</i>	0,3	-	2,3	5,6
Overige soorten	53,0	37,3	23,7	31,6
Odonata				
<i>Enallagma cyathigerum</i>	64,1	63,8	37,8	15,5
<i>Libellula quadrimaculata</i>	6,1	6,9	10,8	0,7
Overige soorten	29,8	29,3	51,4	83,9
Trichoptera				
<i>Cyrmus flavidus</i>	22,2	28,2	1,1	1,9
<i>Dasystegia obsoleta</i>	2,5	7,2	1,1	-
<i>Ecnomus tenellus</i>	42,0	36,4	24,5	1,9
<i>Holocentropus dubius</i>	2,5	1,0	7,4	-
<i>Triaenodes bicolor</i>	-	0,5	48,9	32,7

Twee soorten, *Ecnomus tenellus* en *Enallagma cyathigerum*, vertonen ogenschijnlijk in de zure vennen een hogere relatieve abundantie dan in het Grootmeer. Verscheidene soorten hebben hun optimum in abundantie in het Groot Huisven, zoals *Trienodes bicolor*, *Libellula quadrimaculata*, *Sigara distincta* en *Cymatia coleoptrata*. Drie soorten, *Corixa dentipes*, *Dasystegia obsoleta* en *Holocentropus dubius*, zijn alleen in de zure vennen waargenomen. *Sigara scotti* kent een zeer hoge relatieve abundantie in het Staalbergven, evenals *Cyrnus flavidus*. *Sigara striata* tenslotte neemt in de zure vennen in relatieve abundantie af.

De Odonata zijn in tabel 12 verdeeld in Anisoptera en Zygoptera. De verhouding van deze twee onderorden in de vier vennen is hier beschreven.

Tabel 12. De relatieve verdeling van de Anisoptera en Zygoptera in de vier wateren (op basis van jaartotalen).

	Anisoptera	Zygoptera
Galgeven	16,5	83,5
Staalbergven	10,3	89,7
Groot Huisven	35,1	64,9
Grootmeer	47,1	52,9

In de zure vennen is er een hogere relatieve abundantie van Zygoptera. In het basische Grootmeer zijn de relatieve abundanties van de twee onderorden ongeveer even groot.

De Trichoptera zijn nader bekeken op de relatieve verdeling van de families binnen deze macrofaunagroep. (zie tabel 13). De Hydroptilidae werden niet waargenomen in de zure vennen, terwijl de Limnephilidae een lagere relatieve abundantie vertonen in de zure wateren. De Leptoceridae hebben de hoogste relatieve abundantie in het Groot Huisven. De Psychomyiidae en Polycentropodidae hebben een hogere abundantie in de zure vennen.

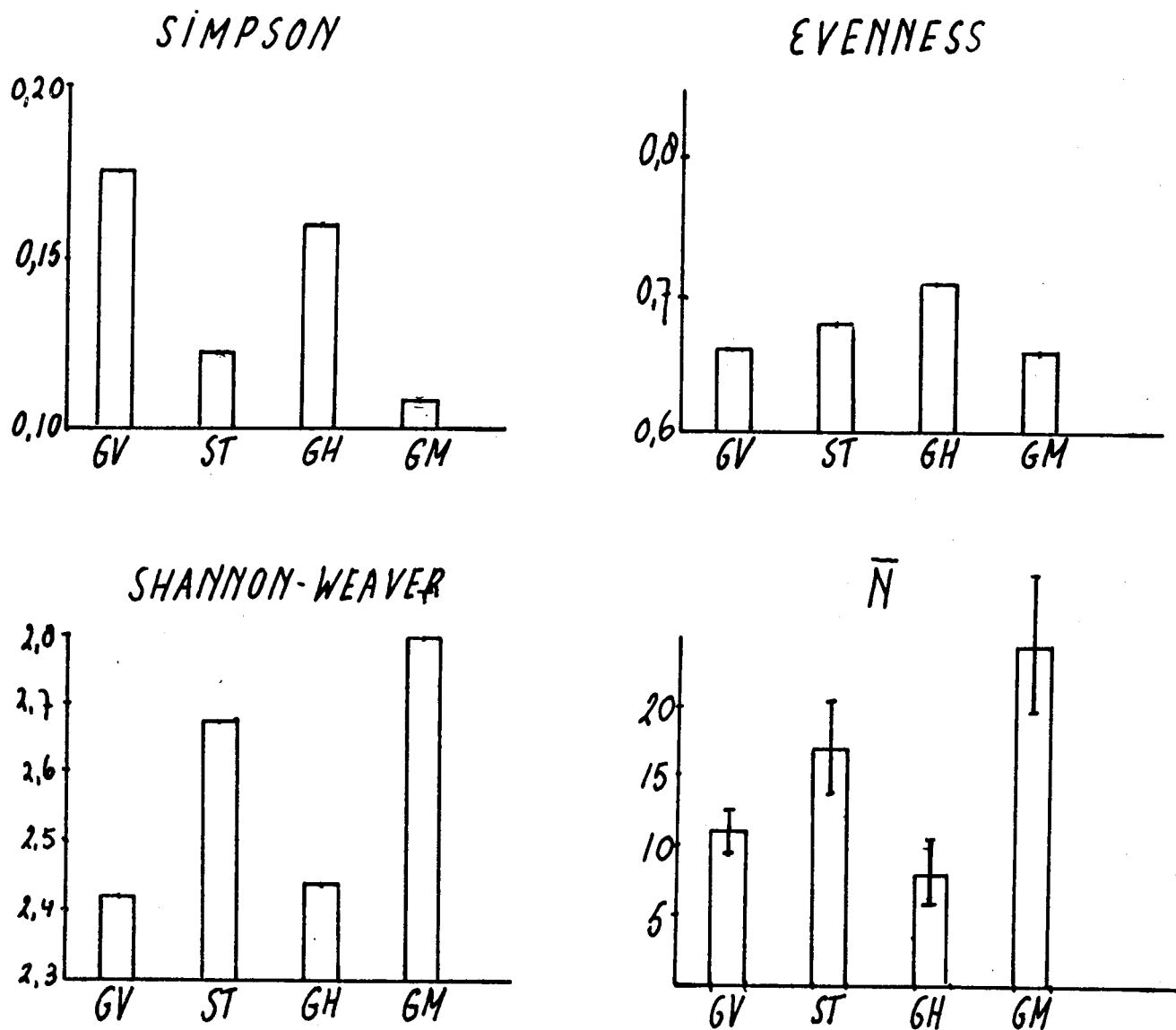
Tabel 13. De relatieve verdeling van de Trichoptera in families voor de vier onderzochte vennen (De relatieve abundanties zijn jaartotalen).

	Galgeven	Staalbergven	Groot Huisven	Grootmeer
Hydroptilidae	-	-	-	13,5
Leptoceridae	4,9	3,1	48,9	36,5
Limnephilidae	23,5	12,3	-	32,7
Phryganeidae	4,9	15,4	14,9	13,5
Polycentropodidae	24,7	32,3	11,7	1,9
Psychomiidae	42,0	36,9	24,5	1,9

Voor de berekening van de diversiteit van de vier vennen zijn drie verschillende diversiteitsmaten toegepast. De Simpson-index heeft een maximale waarde van 1, wanneer in het ven 1 soort volledig domineert en benadert 0 wanneer bij een volledige gelijkheid van dominantie het aantal soorten toeneemt. De Shannon-Weaver-index bereikt zijn maximum als alle soorten in de gemeenschap gelijke abundanties hebben. De grootte van dit maximum is afhankelijk van het totaal aantal soorten in de gemeenschap in functie van een natuurlijke logaritme $\ln n$, waarbij n het totaal aantal soorten is. De Evenness-index heeft zijn maximale waarde van 1, wanneer alle soorten in gelijke aantallen voorkomen. Bij een volledige dominantie van 1 soort wordt de Evenness-index 0. De formules van deze drie indexen zijn beschreven in Odum (1971).

In figuur 28 worden de drie diversiteitsmaten en het gemiddeld aantal soorten van de vier vennen weergegeven. Deze figuur toont dat in de zure vennen een lagere diversiteit is waargenomen. Verder zijn de abundanties in het Grootmeer gelijkmatiger over de soorten verdeeld dan in de zure vennen. Dit betekent in het Grootmeer een hoge Shannon-Weaver-waarde. In de zure vennen komen enkele soorten tot sterke dominantie, dit betekent een hoge Simpson-waarde). Dit is vooral in het Galgeven en het Groot Huisven te zien.

Figuur 28. De Simpson-index, de Shannon-Weaver-index, de Evenness-index en het gemiddeld aantal soorten van de vier onderzochte vennen.

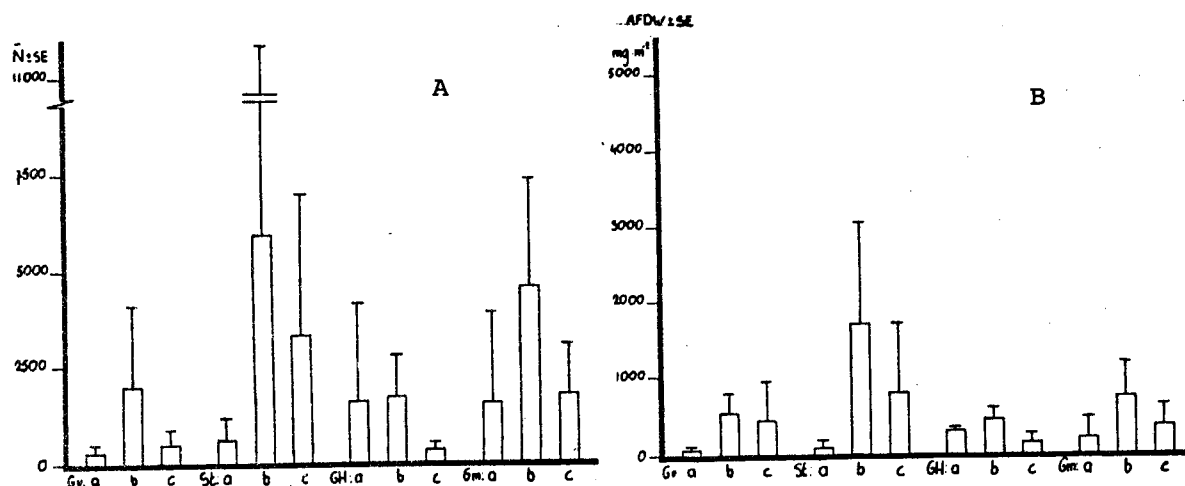


4.4.2. Macrofauna in de bodem.

De resultaten zijn enerzijds op basis van aantallen en anderzijds op basis van biomassa verwerkt. Elke wijze heeft zijn voor en tegen. Bij het verwerken op niveau van aantal gevangen individuen, bestaat het risico van overwaardering van kleine organismen, die ondanks grote aantallen slechts een gering aandeel leveren aan de "standing crop" van een systeem. Anderzijds kan de verwerking op biomassa-niveau het gevaar met zich meebrengen, dat een enkel groot organisme (bijvoorbeeld *Anisoptera*) een enorme schommeling in de totale biomassa te weeg brengt en de relatieve verdeling van de macrofauna sterk doet afwijken. Om deze problemen te ontwijken zijn beide werkwijzen uitgevoerd.

Aantallen en biomassa (AFDW).

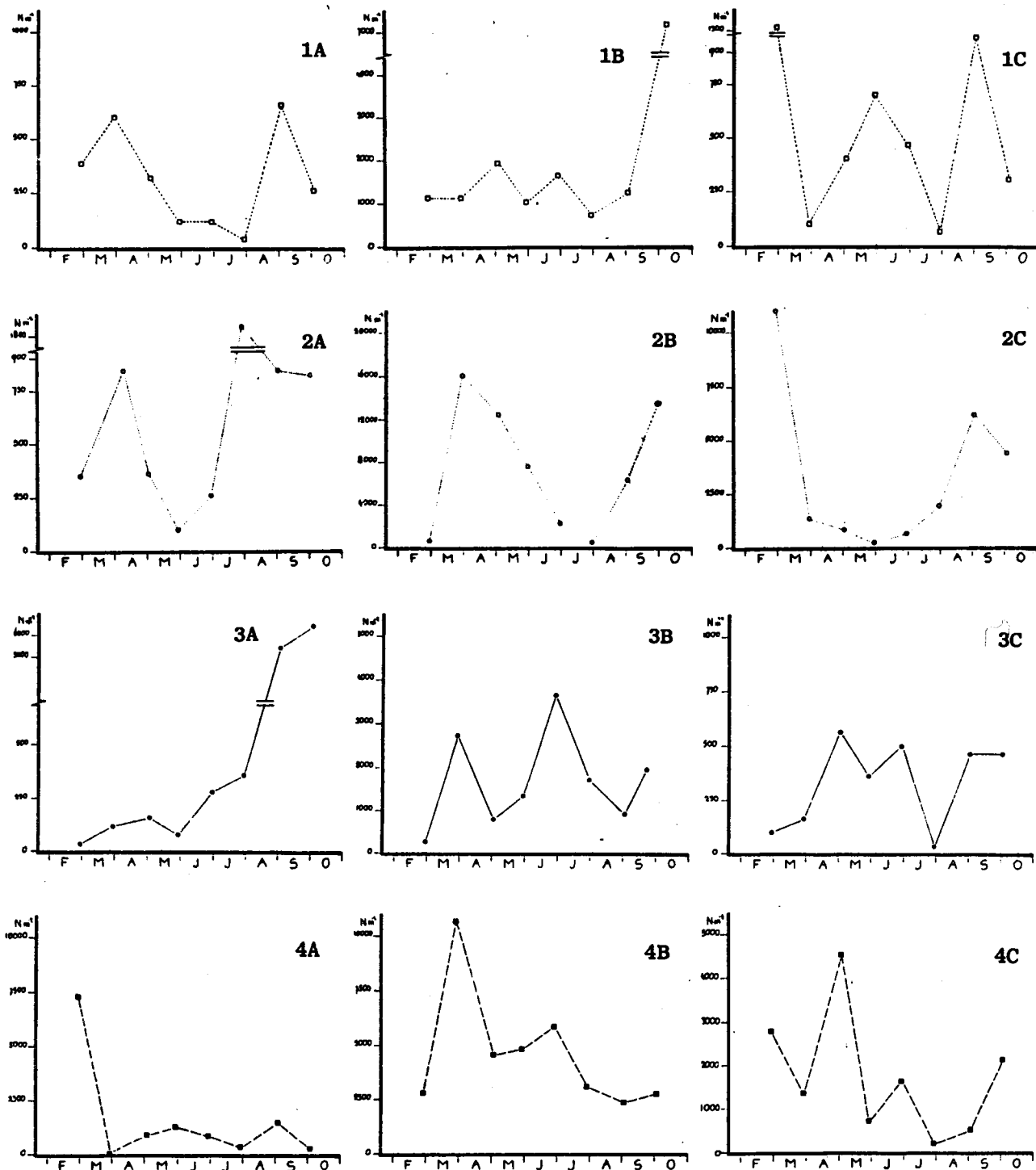
Over de gehele monsterperiode gezien, is het totale aantal individuen aan grote schommelingen onderhevig. Bij een vergelijking van de twaalf locaties zijn geen eenduidige trends te ontdekken. De pieken en dalen in de grafieken hebben geen vaste plaats. Hetzelfde geldt voor het verloop van de totale biomassa (uitgezet als asvrij drooggewicht) op de twaalf locaties.



Figuur 29: Gemiddeld aantal individuen (A) en gemiddelde biomassa (B, in mg. AFDW) per m² monsteroppervlak.

Gv= Galgeven; St= Staalbergven; GH= Groot Huisven; Gm= Grootmeer.
a= minerale bodem; b= midden bodem; c= organische bodem.

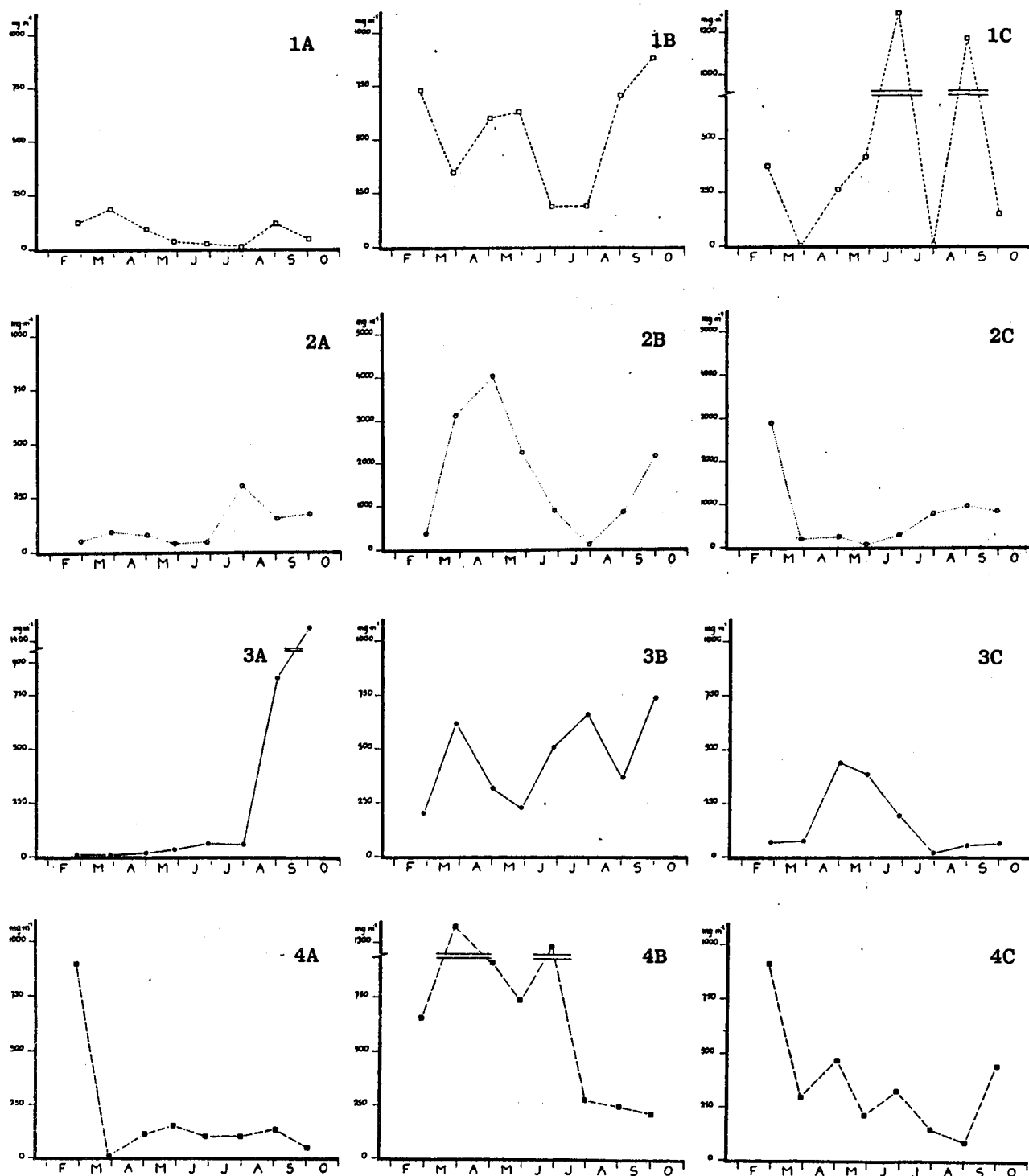
Door de grote seizoensfluctuaties hebben de jaargemiddelden grote standaardfouten (figuur 29) en geven geen duidelijk beeld. Wel is te zien, dat de middenbodems steeds de meeste individuen en de grootste biomassa herbergen.



Figuur 30: Totaal aantal individuen uitgezet per m² monsteroppervlak.

1= Galgeven; 2= Staalbergven; 3= Groot Huisven; 4= Grootmeer.

A= minerale bodem; B= midden bodem; C= organische bodem.



Figuur 31: Asvrij drooggewicht van de macrofauna (in mg.) per m² monsteroppervlak.

1= Galgeven; 2= Staalbergven; 3= Groot Huisven. 4= Grootmeer.

A= minerale bodem; B= midden bodem; C= organische bodem.

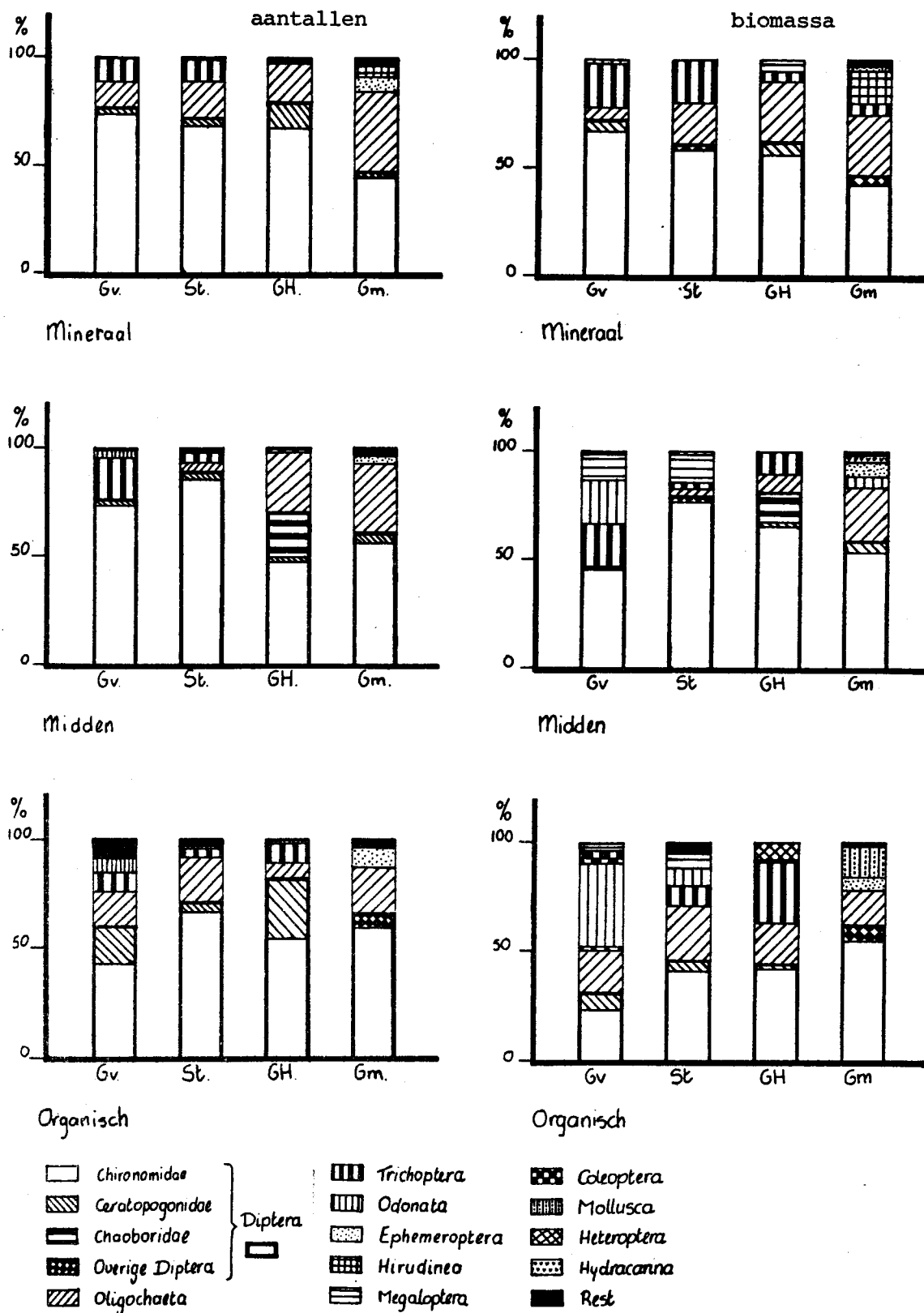
Relatieve abundanties.

De relatieve abundanties zijn op twee manieren uitgezet, namelijk als relatieve biomassa en als het relatieve aantal individuen. Het verloop van de relatieve abundanties gedurende de monsterperiode op aantallen en op biomassa zijn respectievelijk weergegeven in figuur 30 en figuur 31. De gemiddelden van de relatieve abundanties zijn in figuur 32 uitgezet. Door de grote gewichtsverschillen tussen de individuen onderling, kan er een verschil aanwezig zijn tussen de relatieve abundanties van aantallen en biomassa. Deze verschillen komen voornamelijk tot uiting bij de grotere macrofauna (zoals bij *Megaloptera*, *Mollusca* en sommige soorten *Odonata* en *Trichoptera*). De relatieve abundanties per water en per bodemtype behouden echter dezelfde tendensen.

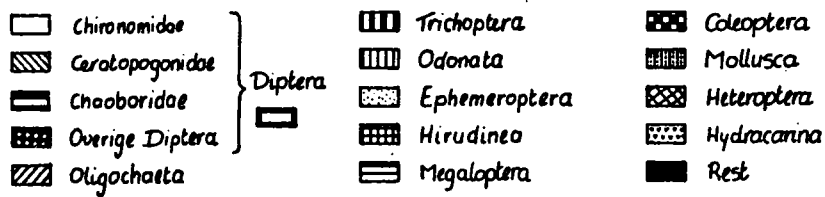
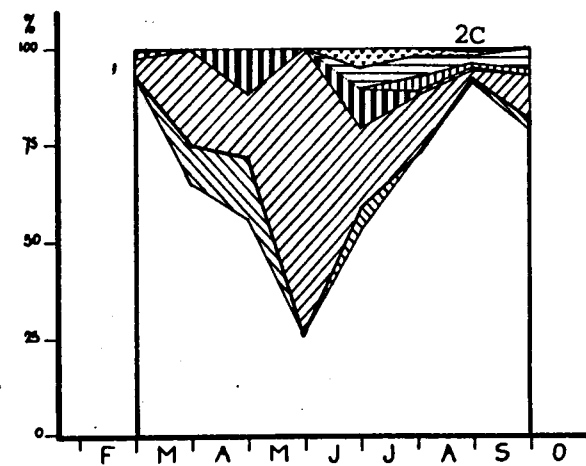
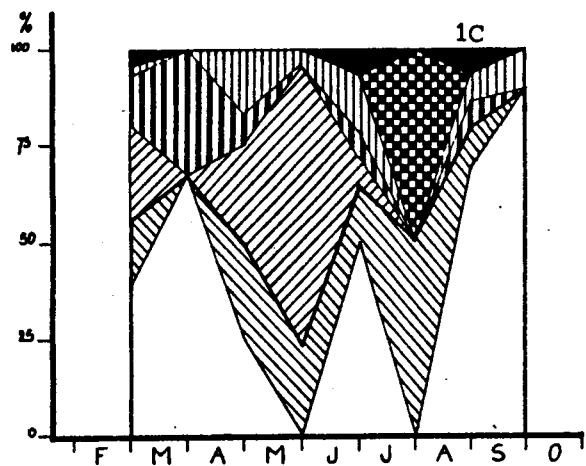
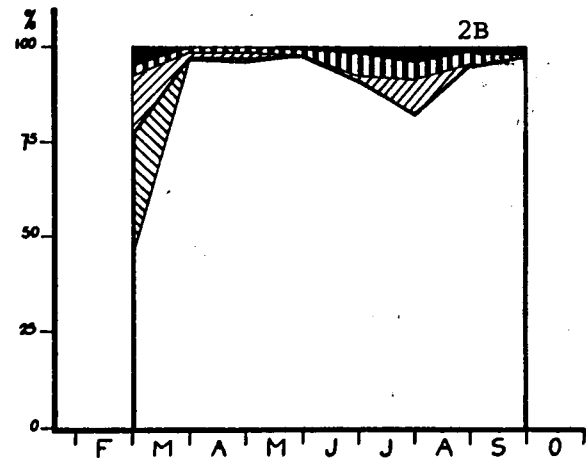
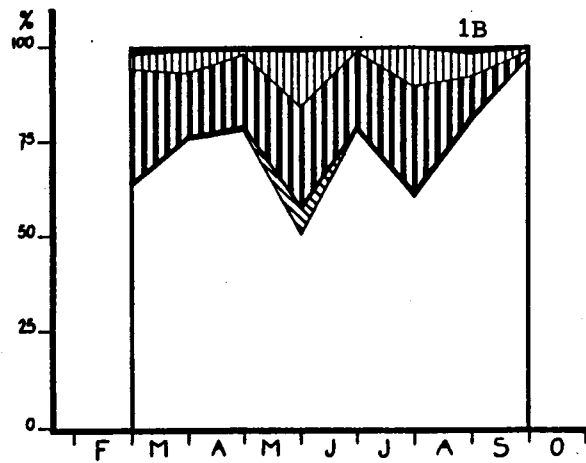
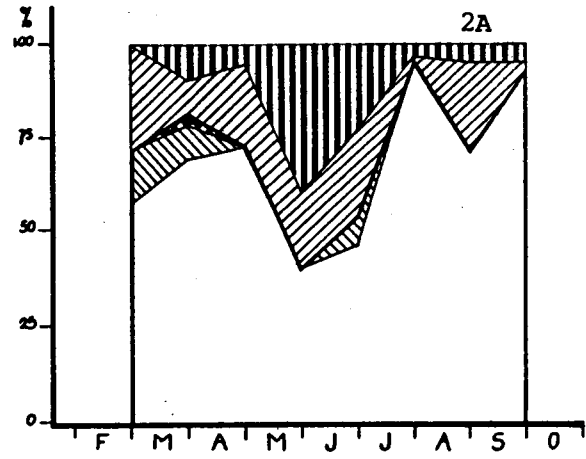
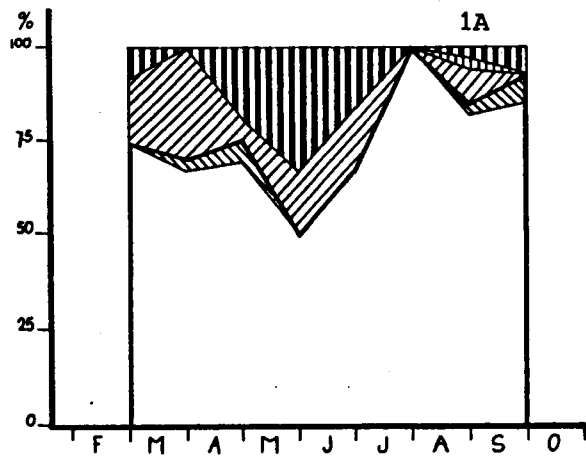
Bij de gegevens van het midden wordt het beste resultaat verwacht, daar hier een relatief groot oppervlak bemonsterd is en altijd relatief grote aantallen organismen zijn verzameld. Daarom zijn de middenbodems als uitgangspositie gekozen bij de besprekingen van de resultaten.

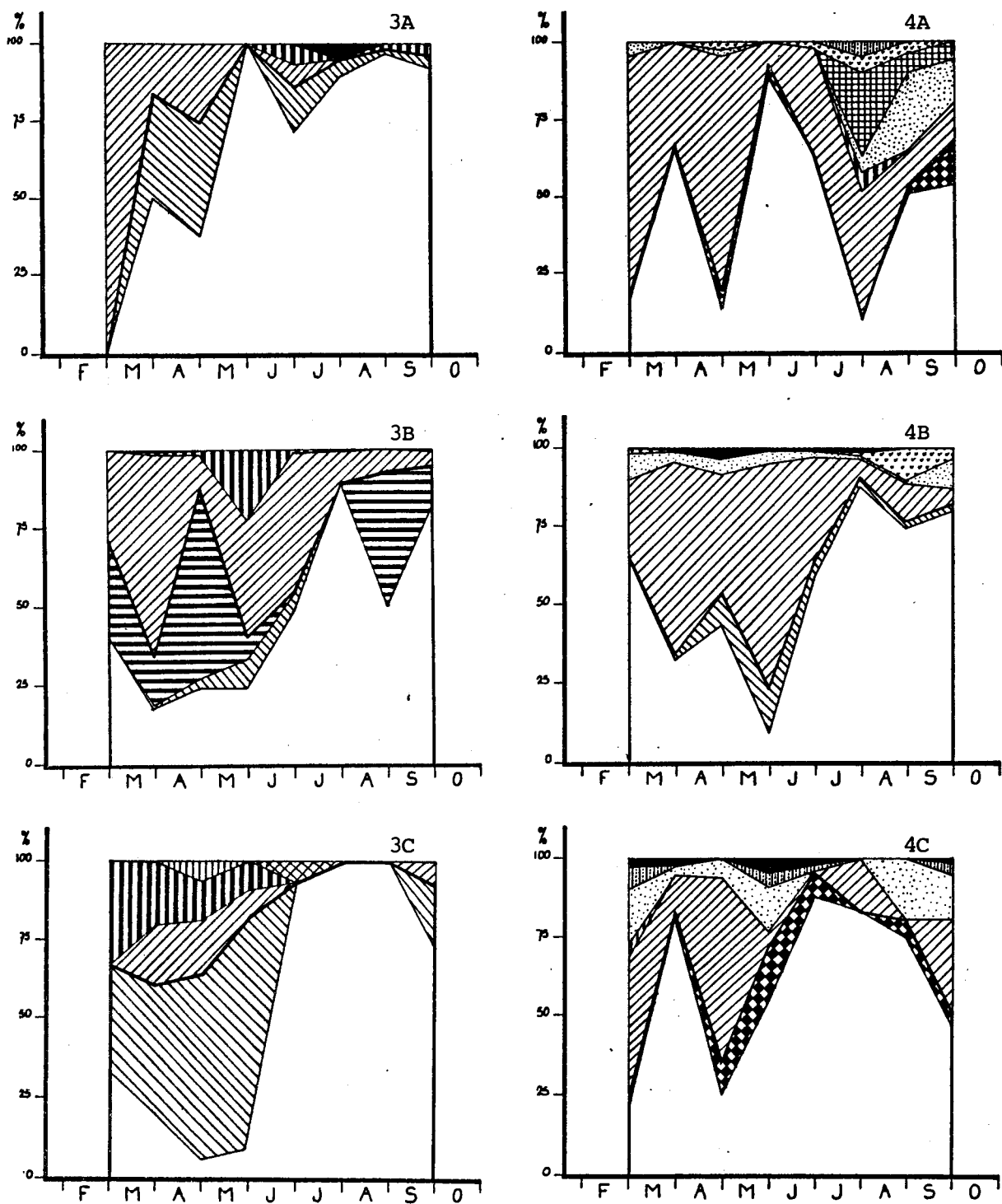
Bij een beschouwing van de jaargemiddelden van de middenbodems uit de vier systemen zien we een aantal tendensen. In het Staalbergven is de relatieve abundantie van de *Chironomidae* en van de totale *Diptera* groter dan in het Galgeven. Toch lijkt het aandeel van deze groepen toe te nemen bij een afnemende pH. Ditzelfde lijkt ook te gelden voor de *Trichoptera* en in mindere mate voor *Odonata* en *Megaloptera*. De *Oligochaeta* blijken in belang af te nemen bij een lager wordende pH. De *Ephemeroptera* zijn vrijwel geheel afwezig in de bodem van de drie verzuurde systemen.

Bij een vergelijking van de verdeling van de middenbodems met de verdeling van de minerale en organische bodems kunnen een aantal opmerkingen geplaatst worden. Bij de minerale bodems is, evenals bij de middenbodems, te zien dat het aandeel van de *Oligochaeta* afneemt naarmate het water zuurder is. In de organische bodems is deze tendens niet terug te vinden. De *Trichoptera* geven in de minerale bodems hetzelfde beeld als in de middenbodems. Het beeld van de organische bodems is afwijkend. Het aandeel van de *Chironomidae* in minerale bodems wordt bij toenemende pH wat kleiner. Wat aantallen betreft, is in de organische bodems geen duidelijke trend te ontdekken. In de relatieve verdeling van de biomassa hebben de *Chironomidae* een groter aandeel naarmate de pH hoger wordt. De *Odonata* zijn in de minerale bodems nauwelijks vertegenwoordigd. In de organische bodems is deze groep in het zuurste water, wat biomassa betreft, van groot belang. Dit belang neemt sterk af naarmate het water minder zuur wordt. In het Grootmeer zijn in de de minerale bodems de *Hirudinea*, en in de organische bodems de *Mollusca* van enig belang. Beide groepen komen in de

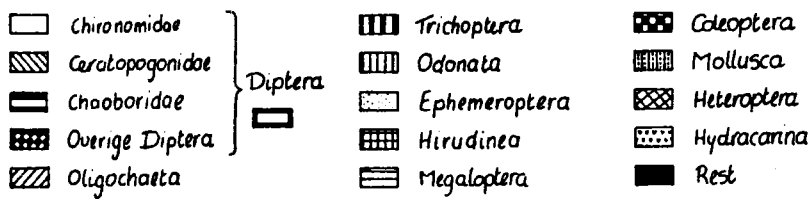
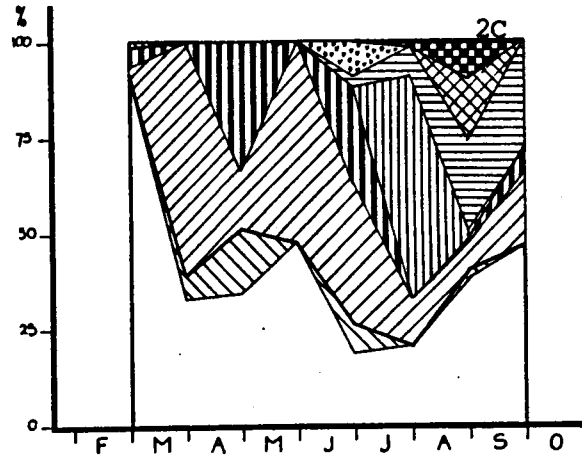
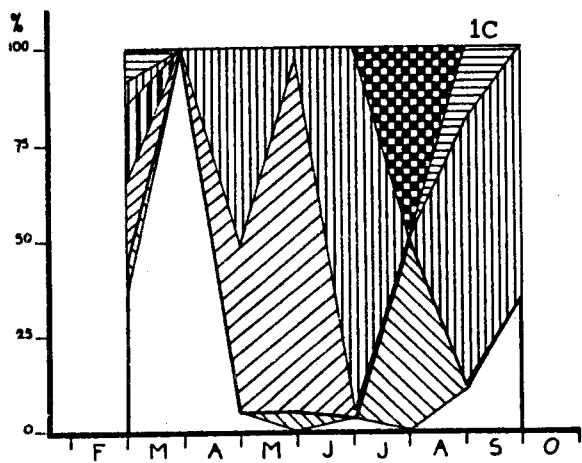
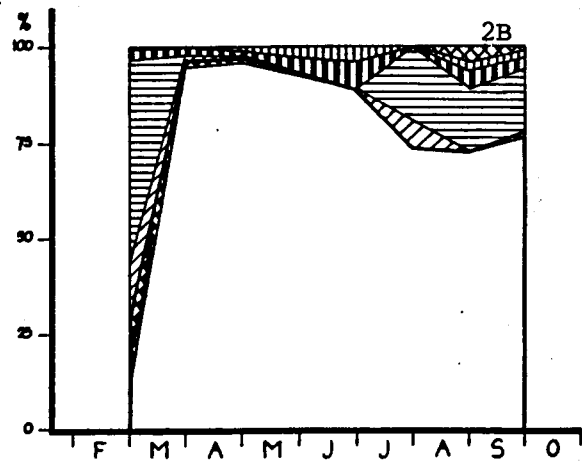
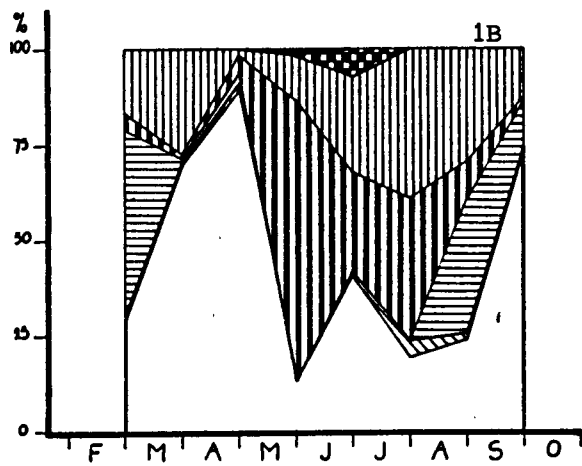
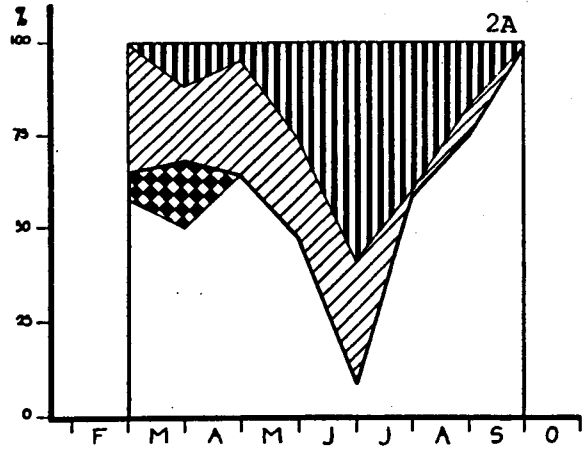
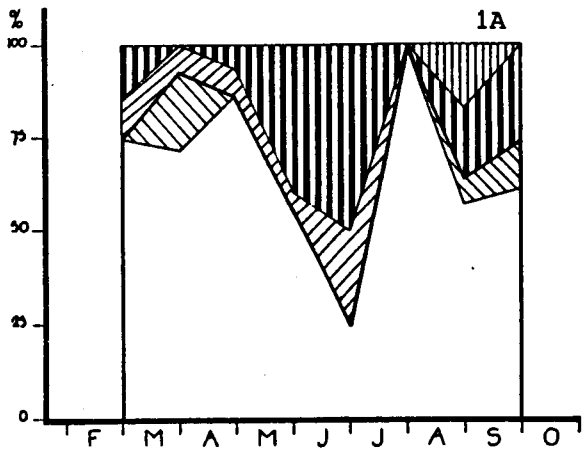


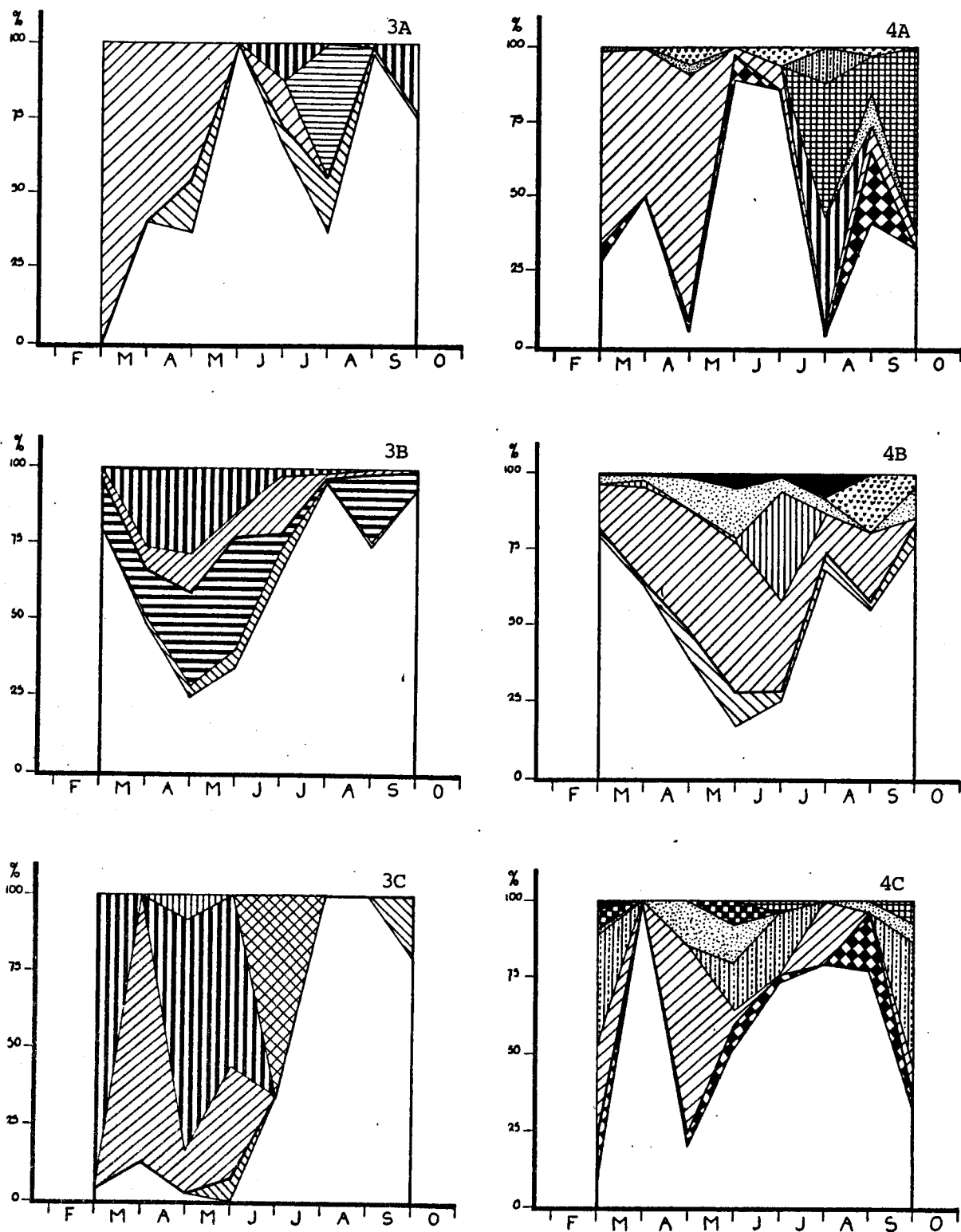
Figuur 32: Gemiddelde relatieve abundantie, gebaseerd op aantallen en biomassa per monsterdatum.





Figuur 33: Relatief aandeel van elke diergroep op het totale aantal individuen per monsterdatum.
 1= Galgeven; 2= Staalbergven; 3= Groot Huisven; 4= Grootmeer.
 A= minerale bodem; B= midden bodem; C= organische bodem.





Figuur 34 : Relatief aandeel van elke diergroep op het totale asvrij drooggewicht per monsterdatum.
 1= Galgeven; 2= Staalbergven; 3= Groot Huisven; 4= Grootmeer.
 A= minerale bodem; B= midden bodem; C= organische bodem.

zuurdere wateren niet voor.

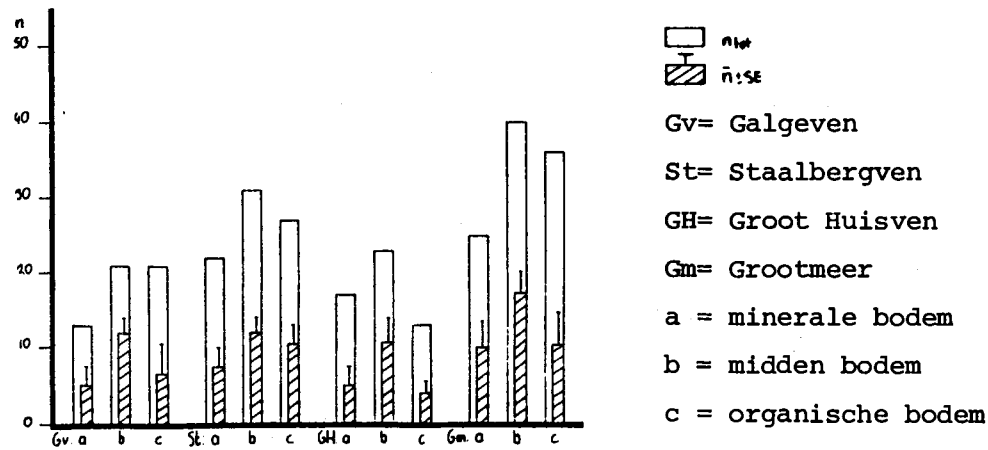
Bij het vergelijken van de relatieve abundanties van middenbodems in de monsterperiode, komen een aantal tendensen naar voren. Het voorkomen van de *Chironomidae* in het Galgeven en Staalbergven is vrij constant. In het Groot Huisven is een duidelijke seizoensinvloed zichtbaar; het aandeel van deze groep is rond mei relatief klein. De relatieve abundantie van de *Chaoboridae*, die alleen vertegenwoordigd worden door de soort *Chaoborus crystallinus*, vertoont in het Groot Huisven een maximum rond mei en september. De *Oligochaeta* vertonen in het Groot Huisven en Grootmeer een optimum in het voorjaar. De *Hydracarina* zijn in het Grootmeer alleen in het najaar van belang.

In de organische bodems hebben de *Oligochaeta* een duidelijk optimum rond mei. Dit beeld is in de minerale bodems minder duidelijk terug te vinden. Uit het seizoensverloop van de *Trichoptera* komt geen duidelijke trend naar voren. In de minerale bodem van Galgeven en Staalbergven is het maximale aantal rond mei aanwezig; het optimum van de biomassa in deze twee systemen ligt een maand later. In de minerale bodem van het Groot Huisven en Grootmeer lijken de *Trichoptera* later in het jaar voor te komen, doch met kleine aantallen en lage biomassa's. De *Chironomidae* in de minerale bodem van het Galgeven, en de minerale en organische bodem van het Staalbergven en Groot Huisven, vertonen een overeenkomstig beeld met de middenbodems. De organische bodem van het Galgeven geeft een sterk wisselend beeld te zien. De minerale bodem van het Grootmeer geeft ten opzichte van de middenbodems een omgekeerd beeld: als in de middenbodems een optimum aanwezig is, wordt in de minerale bodem een minimale waarde gevonden en omgekeerd. De organische bodem komt overeen met de middenbodem. De *Hirudinea* in de minerale bodem van het Grootmeer komen alleen voor na juli. In deze tijd maken ze alleen qua biomassa een groot deel van het totaal uit. De *Megaloptera* zijn in de maanden mei en juni niet gevangen.

Soortenverdeling.

Figuur 35 laat het totale en gemiddelde aantal soorten per locatie zien. De middenbodems blijken de meeste soorten te bevatten, met uitzondering van het totale aantal soorten van de organische bodem uit het Galgeven. Het totale aantal soorten in de minerale bodems is het laagst, met uitzondering van het Groot Huisven. Een duidelijke correlatie tussen de soortenrijkdom en de zuurgraad is niet gevonden. Wel is te zien, dat het relatief ongestoorde Grootmeer de meeste soorten herbergt in de drie bodemtypen. Dit geldt ook voor het

totale aantal soorten per water.



Figuur 35 : Het totaal aantal soorten (n_{tot}) en het gemiddeld aantal soorten met de standaardfout ($\bar{n} \pm SE$) gevangen tijdens het monsterprogramma per locatie.

Bij een indeling van de relatieve abundantie van de subfamilies van de *Chironomidae* (tabel 14) valt op, dat de *Orthocladiinae* in geen

Tabel 14: Relatieve abundantie van het totaal aantal gevangen *Chironomidae* per locatie.

Minerale bodem	Galgeven	Staalbergven	Groot Huisven	Grootmeer
Chironominae	98	94	96	89
-Chironomini	90	33	10	70
-Tanytarsini	1	-	0	18
-Pseudochironomini	7	61	86	1
Tanypodinae	-	3	3	8
Orthocladiinae	2	3	1	3
Midden bodem				
Chironominae	82	95	93	76
-Chironomini	71	69	87	65
-Tanytarsini	4	-	-	11
-Pseudochironomini	7	26	6	0
Tanypodinae	17	5	7	24
Orthocladiinae	1	0	0	0
Organische bodem				
Chironominae	74	96	50	73
-Chironomini	19	46	16	65
-Tanytarsini	2	-	-	5
-Pseudochironomini	53	50	34	3
Tanypodinae	23	3	45	26
Orthocladiinae	3	1	5	1

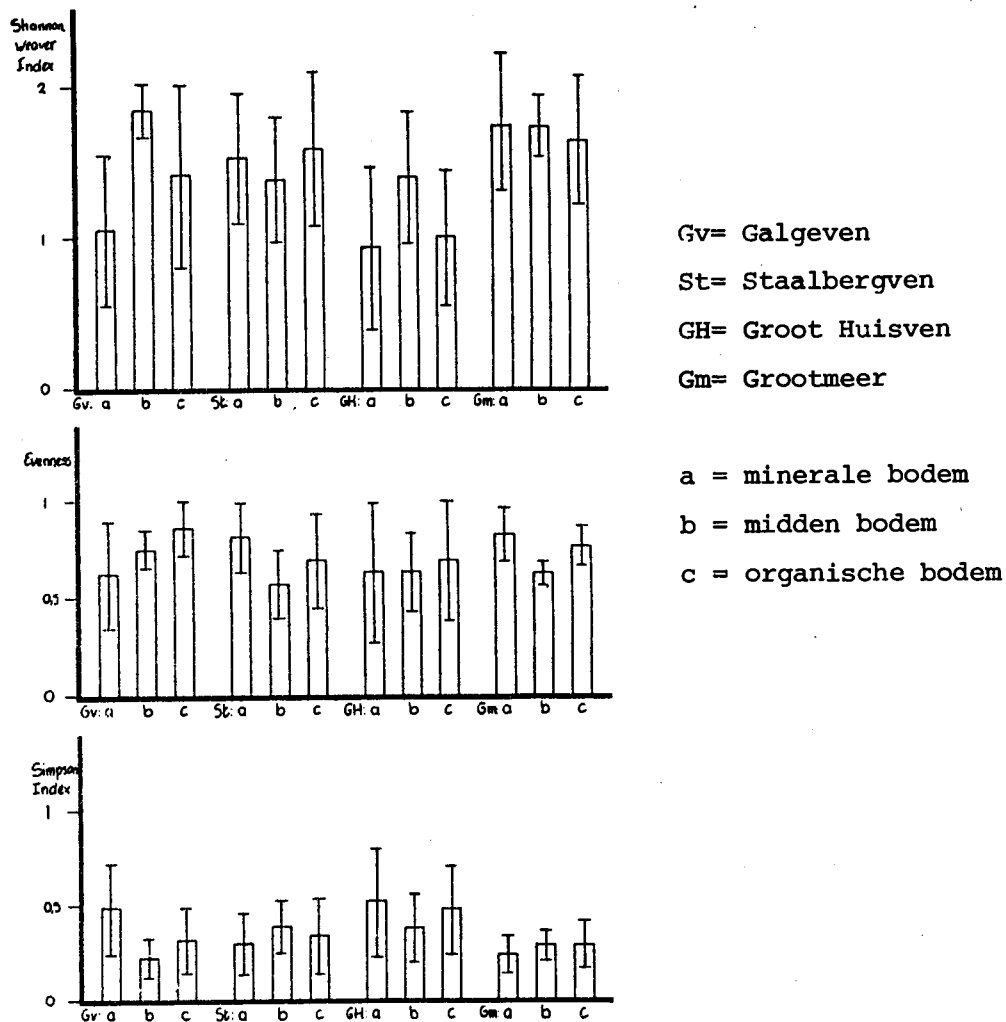
van de systemen of locaties van belang zijn. De *Tanypodinae* zijn in de minerale bodems relatief gezien niet belangrijk. In de midden- en organische bodems vertonen de relatieve abundanties ten aanzien van de *Tanypodinae* grote verschillen, waarbij het aandeel in de organische bodem van het Groot Huisven het grootst is, namelijk 45%. De *Chironominae* vormen in alle systemen en alle typen bodem de grootste subfamilie. Het is opvallend dat de samenstelling van de *Chironominae* sterk wisselt per systeem en per type bodem. De *Tanytarsini* zijn relatief alleen in het Grootmeer van enig belang; de abundantie van de *Pseudochironomini* is in dit systeem laag. In de drie verzuurde systemen geven de *Pseudochironomini* een wisselend beeld te zien.

Uit de soortenlijst blijkt, dat alle taxa van de *Chironomidae* die voorkomen in de drie verzuurde systemen, ook voorkomen in het relatief ongestoorde en niet verzuurde Grootmeer, met uitzondering van de taxa *Limmophyes* spec. en *Endochironomus albipennis*. Ook het aantal gevonden taxa *Chironomidae* is in de bodem van het Grootmeer groter dan in de drie verzuurde systemen, namelijk 24 tegenover 13 in het Galgeven en Staalbergven en 14 in het Groot Huisven. Een en ander betekent dat in de verzuurde vennen een verarming van de *Chironomidae*-samenstelling is opgetreden ten opzichte van een min of meer ongestoorde situatie. Uit een beschouwing van de andere grote macrofauna-groepen komen enkele in het oog springende taxa naar voren. Bij de *Oligochaeta* valt het ontbreken van de *Naididae* in het Galgeven, en van de *Enchytraeidae* in het Groot Huisven op. Het geslacht *Dero* is in het Groot Huisven en het Grootmeer goed vertegenwoordigd, maar in elk van de wateren met een andere soort. In alle wateren zijn *Tubificidae* en *Lumbriculus variegatus* gevonden. In de drie verzuurde systemen ontbreken de *Hirudinea*, *Gastropoda* en *Lamellibranchiata*. Van de *Ephemeroptera* is in de bodemonsters slechts een genus aangetroffen, te weten de bodembewonende *Caenis*. In het Grootmeer wordt dit geslacht vertegenwoordigd door *Caenis horaria*, *C. moesta* en, slechts eenmalig, door *C. robusta*. Van *C. moesta* is in het Groot Huisven één exemplaar gevonden, terwijl andere *Ephemeroptera* in het geheel niet aangetroffen zijn. In het Galgeven en Staalbergven zijn de *Ephemeroptera* niet waargenomen. Er zijn enkele soorten, die wel in de bodem van de drie verzuurde wateren aangetroffen zijn, maar niet in het Grootmeer: *Sialis lutaria* (*Megaloptera*), *Ecnomus tenellus* en *Cyrmus flavidus* (beiden *Trichoptera*). *Chaoborus crystallinus*, de enige vertegenwoordiger van de *Chaoboridae*, is alleen talrijk in de middenbodems van het Groot Huisven. Deze soort

is verder alleen aangetroffen in het Staalbergven. De libel *Libellula quadrimaculata* is alleen gevangen in het Galgeven. In het Grootmeer is *Orthetrum cancellatum* (Odonata) enkele malen aangetroffen. Verder zijn er verschillende soorten, waarvan slechts een of twee exemplaren gevangen zijn, waaronder alle *Heteroptera* en *Coleoptera*. Aan deze soorten wordt verder geen aandacht besteed.

Diversiteit.

Om de diversiteit in de vier systemen per locatie te bekijken, zijn drie indexen berekend: de Shannon-Weaver index, de Evenness en de Simpson index. De formules van deze indexen staan vermeldt in Odum (1971). De Shannon-Weaver index geeft een maximale waarde ($\ln n$) bij gelijke dominantie van de soorten. Bij volledige dominantie van een soort is de waarde



Figuur 36: Het gemiddelde over de monsterperiode met de standaardfout van drie diversiteitsindexen per locatie.

nul. De Evenness is maximaal een, wanneer alle soorten in gelijke aantallen voorkomen. De minimale waarde, nul, wordt verkregen bij absolute dominantie van een soort. De Simpson index heeft een maximale waarde van een bij volledige dominantie. Deze index benadert nul bij volledige gelijkheid van dominantie van een toenemend aantal soorten.

Door de kleine verschillen in waarde en de grote standaardfouten van deze indexen (figuur 36) zijn geen duidelijke trends te herkennen. Deze diversiteitsindexen van de bodem laten wel zien, dat in geen van de systemen een duidelijke dominantie van soorten voorkomt: van de gemiddelde waarde per locatie is de Shannon-Weaver index groter dan een, de Evenness groter dan 0,5 en de Simpson index kleiner dan 0,5.

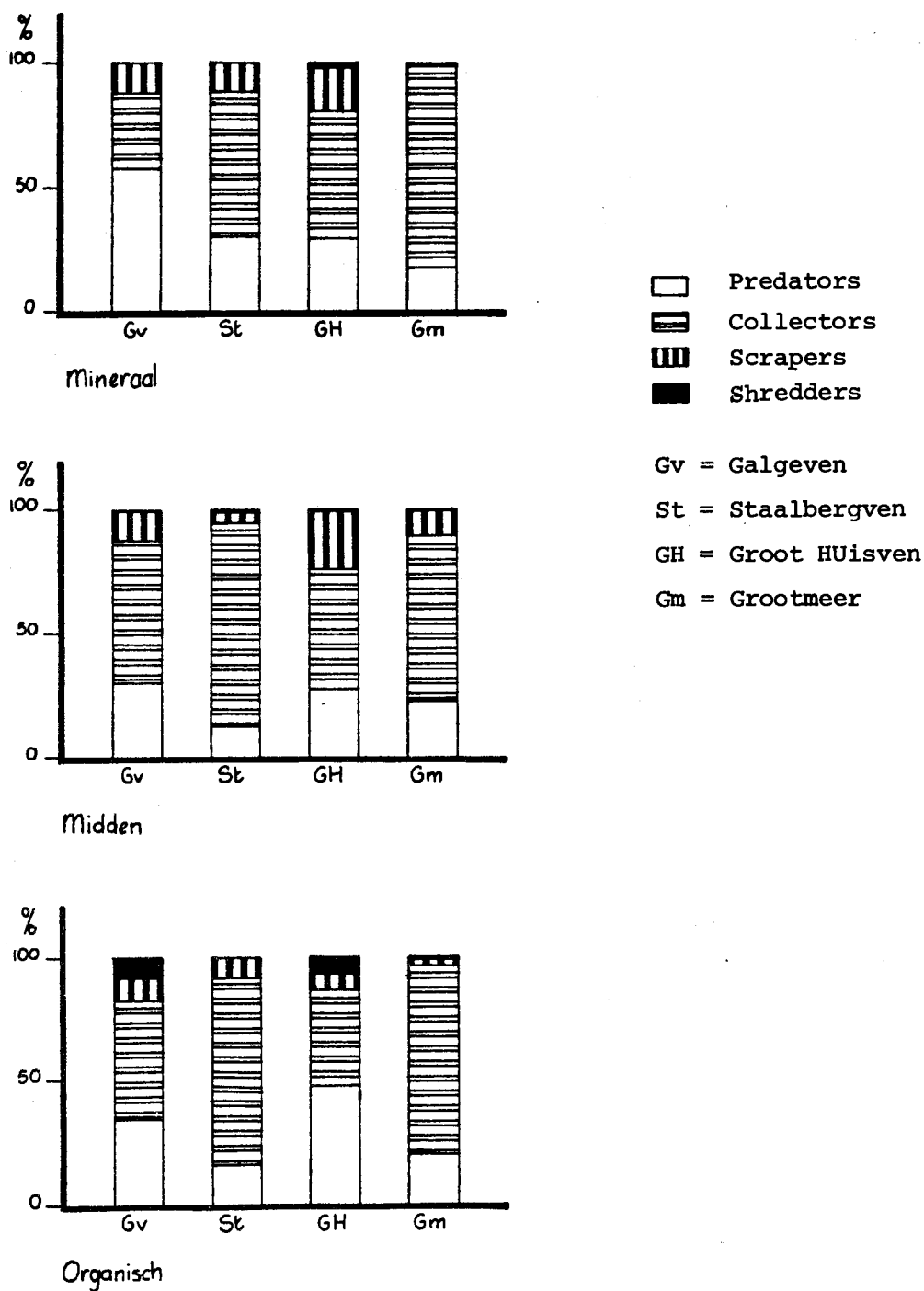
Verdeling van de voedselgroepen.

De macrofauna is, aan de hand van de soortenlijsten (aantal gevangen individuen per soort) en de bestaande literatuur ingedeeld naar de manier, waarop elke soort zijn voedsel verzamelt. Gekozen is voor de indeling volgens Cummins (1973), die onderscheid maakt tussen "predators" (predatoren), "collectors A en B" (verzamelaars), "scrapers" (schrapers) en "shredders" (verknippers). Deze indeling is nader omschreven door Drossaert (1984). Per locatie is een blokdiagram gemaakt, waarin de relatieve verdeling van de vier voedselgroepen per datum is uitgezet (figuur 38). Tevens is van die verdeling een jaargemiddelde bepaald (figuur 37). De collectors A en -B zijn samengevat in een groep, omdat de meeste soorten in de literatuur als collector A/B aangegeven staan.

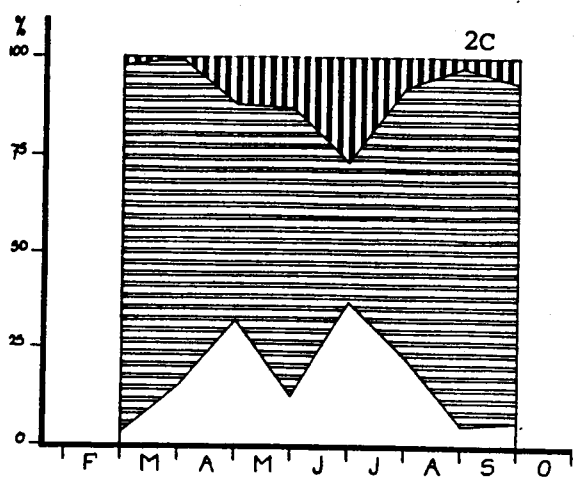
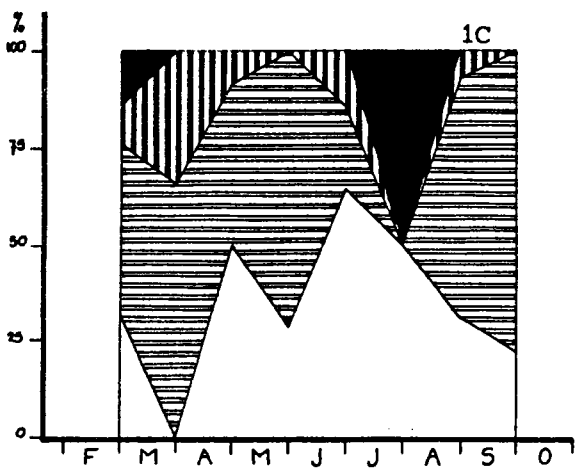
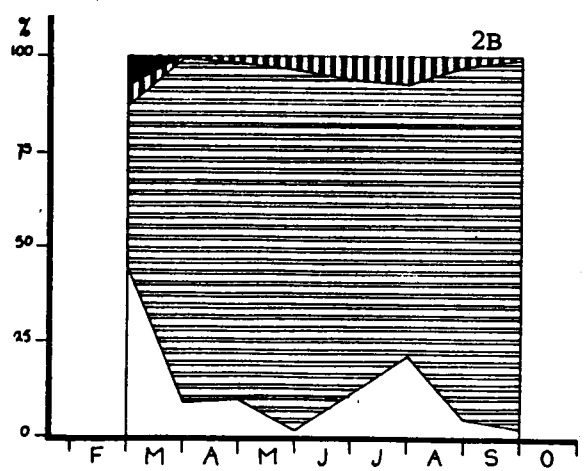
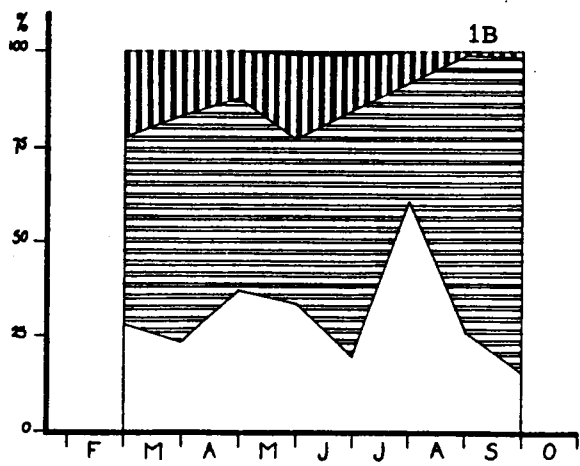
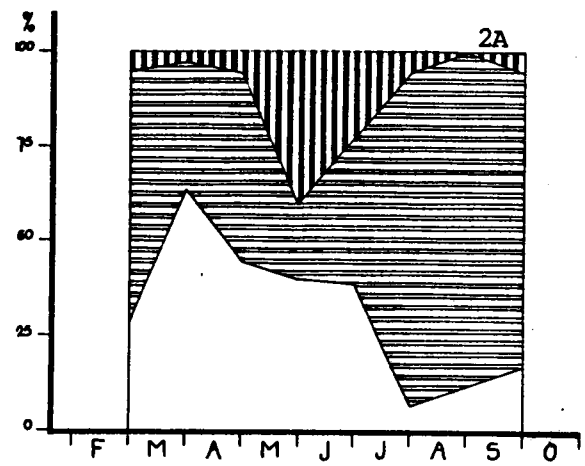
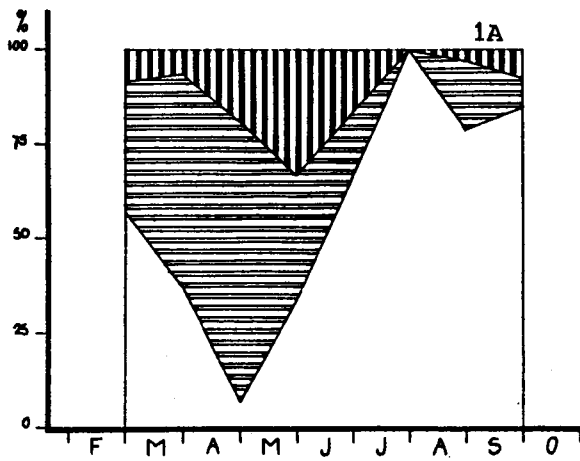
In figuur 37 met de jaargemiddelden is te zien, dat er in de vier wateren naar verhouding erg weinig shredders voorkomen. In de organische bodems lijkt deze groep nog het best vertegenwoordigd te zijn. Verder valt op, dat de collectors in alle gevallen een grote rol spelen: in de middenbodems van de vier wateren is de relatieve abundantie van deze groep zelfs meer dan 50%. Bij verzuring van de minerale bodem lijkt het aandeel van de predatoren toe, en van de collectoren af te nemen. Deze tendens komt bij de midden en organische bodems niet naar voren. Per water komt de voedselgroepenindeling in de drie bodemtypen redelijk overeen.

Herkenbare seizoensfluctuaties zijn moeilijk te vinden (figuur 38). In de middenbodems zijn nog enige trends te ontdekken. In het begin van het monsterprogramma zijn de scrapers duidelijk beter vertegenwoordigd dan aan het einde, met uitzondering van het Staalbergven, waarin het hele jaar een vrij constant en gering deel van het totaal ingenomen wordt door

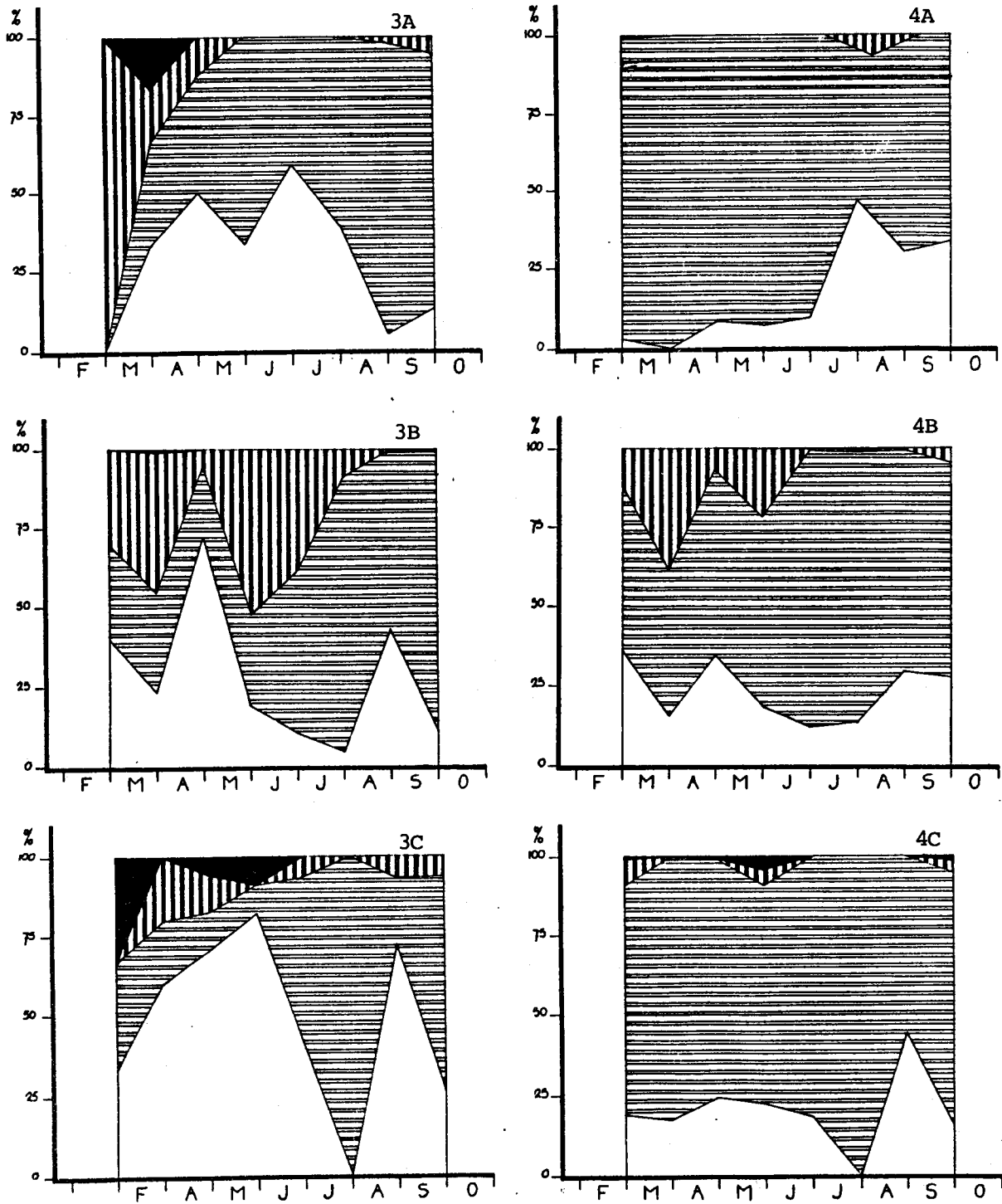
deze groep. Het aandeel van de collectors lijkt in de loop van de monsterperiode groter te worden in de middenbodems. In de organische bodems lijkt de predatorverdeling van het Galgeven en Staalbergven, en van het Groot Huisven en Grootmeer, overeen te komen.



Figuur 37: Gemiddelde relatieve abundantie van de voedselgroepen, gebaseerd op het totaal aantal individuen per monsterdatum.



Predators
 Collectors
 Scrapers
 Shredders



Figuur 38: Relatieve verdeling van de voedselgroepen gebaseerd op het totaal aantal individuen per monsterdatum.
 1= Galgeven; 2= Staalbergven; 3= Groot Huisven; 4= Grootmeer.
 A= minerale bodem; B= midden bodem; C= organische bodem.

4.5. VISSSEN

Gedurende 1983/1984 werden de vier vennen regelmatig onderzocht op de samenstelling van de visfauna. Alle vennen zijn in 1983 eenmalig gedurende een gehele dag bemonsterd met groot vistuig. Voor een uitvoerige beschrijving van het vissenonderzoek wordt verwezen naar Leuven en Schuurkes (1984) en Oyen (1984). Voor een overzicht van de waargenomen vissoorten wordt verwezen naar tabel 15. Opmerkelijk is dat in het extreem zure Galgeven en Staalbergven geen vissen werden waargenomen, terwijl in het Groot Huisven alleen de oost-Amerikaanse hondsvijl *Umbra pygmaea* is gevangen. Deze vissoort is in Nederland geïntroduceerd en relatief zuurtolerant (Leuven et al., 1984a,b,c). Oyen (1984) berekende dat de hondsvijlbiomassa in het Groot Huisven $0,8 \text{ kg. ha}^{-1}$ bedroeg. In het Grootmeer zijn een zevental vissoorten waargenomen namelijk brasem, karper, graskarper, baars, ruisvoorn, blankvoorn en hondsvijl.

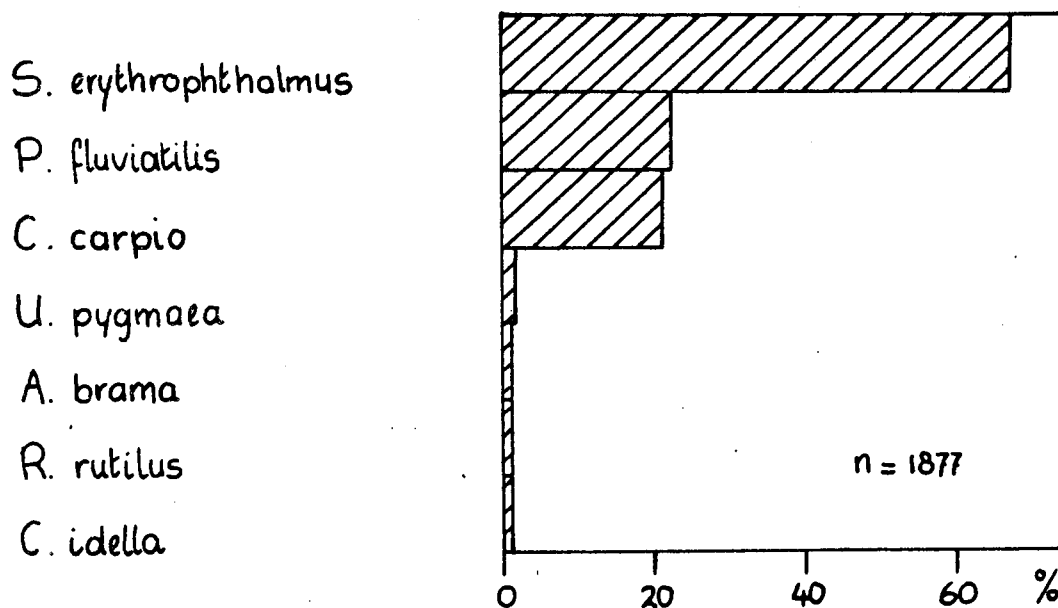
In diverse archieven en publikaties is gezocht naar oude meldingen van vissen. Bovendien zijn enkele beheerders en deskundigen geraadpleegd. Volgens dhr. M. Struijcken (boswachter Stichting Het Brabants Landschap) zijn in het verleden regelmatig vissen waargenomen in het Galgeven. Bovendien heeft men geprobeerd om forellen uit te zetten in het ven. Antoon Coolen maakt in een jubileumuitgave van de Tilburgse Textielindustrie "Kleding en het Aabe ervan" melding van een visboot van Willem II welke gelegen was op het Galgeven. Volgens dhr. G. Schilders (voorzitter Hengelsportvereniging Oisterwijk, persoonlijke mededeling) heeft in het Staalbergven ruisvoorn, blankvoorn en aal gezeten. In het archief van de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten wordt vermeld dat in het verleden veel gevist werd in de vennen op Kampina. In het archief van SBB (Utrecht) wordt vermeld dat in het Grootmeer gedurende 1976 veel vis is waargenomen. Volgens dhr. H. Brouwers (Publieke Werken gemeente Vessem) zijn in dit ven ook aal en snoek waargenomen. Deze soorten zijn gedurende 1983/1984 nooit gevangen.

Indien alle meldingen correct zijn, betekent dit dat ook de zure vennen in het verleden vispopulaties herbergden. Wat betreft de soortensamenstelling zijn echter voor het Galgeven en Groot Huisven geen gedetailleerde gegevens beschikbaar.

Tabel 15 : De samenstelling van de visfauna in de vier vennen. 0 in het verleden waargenomen.
● gedurende 1983/1984 waargenomen.

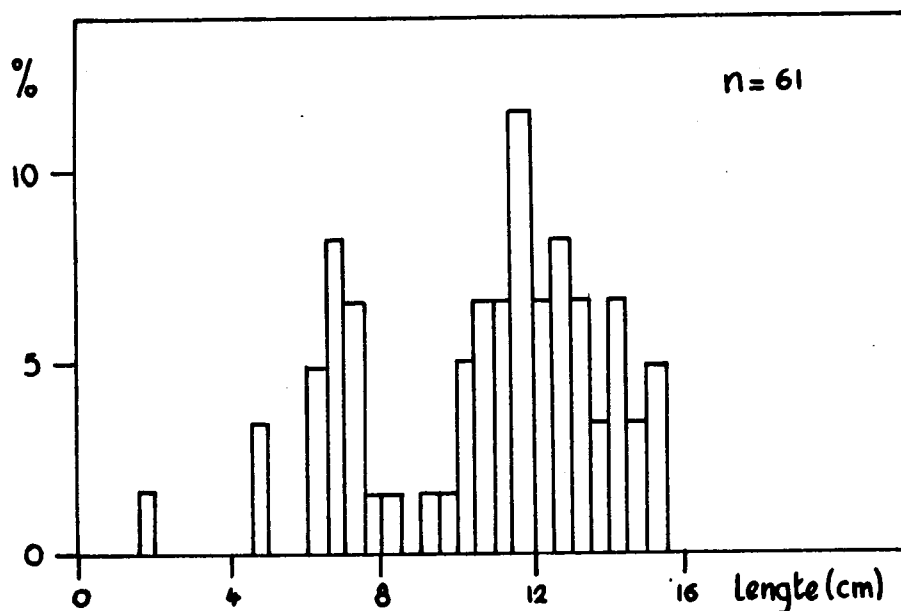
		Galgeven	Staalbergven	Groothuisven	Grootmeer
1 Aal	<i>Anguilla anguilla</i>		0		0
2 Brasem	<i>Abramis brama</i>				●
3 Karper	<i>Cyprinus carpio</i>				●
4 Graskarper	<i>Ctenopharyngodon idella</i>				●
5 Snoek	<i>Esox lucius</i>				0
6 Baars	<i>Perca fluviatilis</i>				●
7 Blankvoorn	<i>Rutilus rutilus</i>		0		●
8 Ruisvoorn	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		0		●
9 Forel	<i>Salmo spec.</i>	0			
10 Oost-Amerikaanse hondsvij	<i>Umbra pygmaea</i>			●	●
Soortensamenstelling onbekend		0		0	

In figuur 39 wordt het relatieve aandeel van diverse vissoorten in een zegenvangst van het Grootmeer weergegeven. Het aantal gevangen vissen was zeer groot (n=1877). Duidelijk is dat de ruisvoorn de dominante soort is, terwijl ook de baars en karper een relatief groot aandeel leveren in de vispopulaties. Opmerkelijk is dat ook graskarpers zijn gevangen in het Grootmeer. Deze soort is wellicht illegaal uitgezet en kan een bedreiging vormen voor de zeldzame en karakteristieke flora van dit ven.



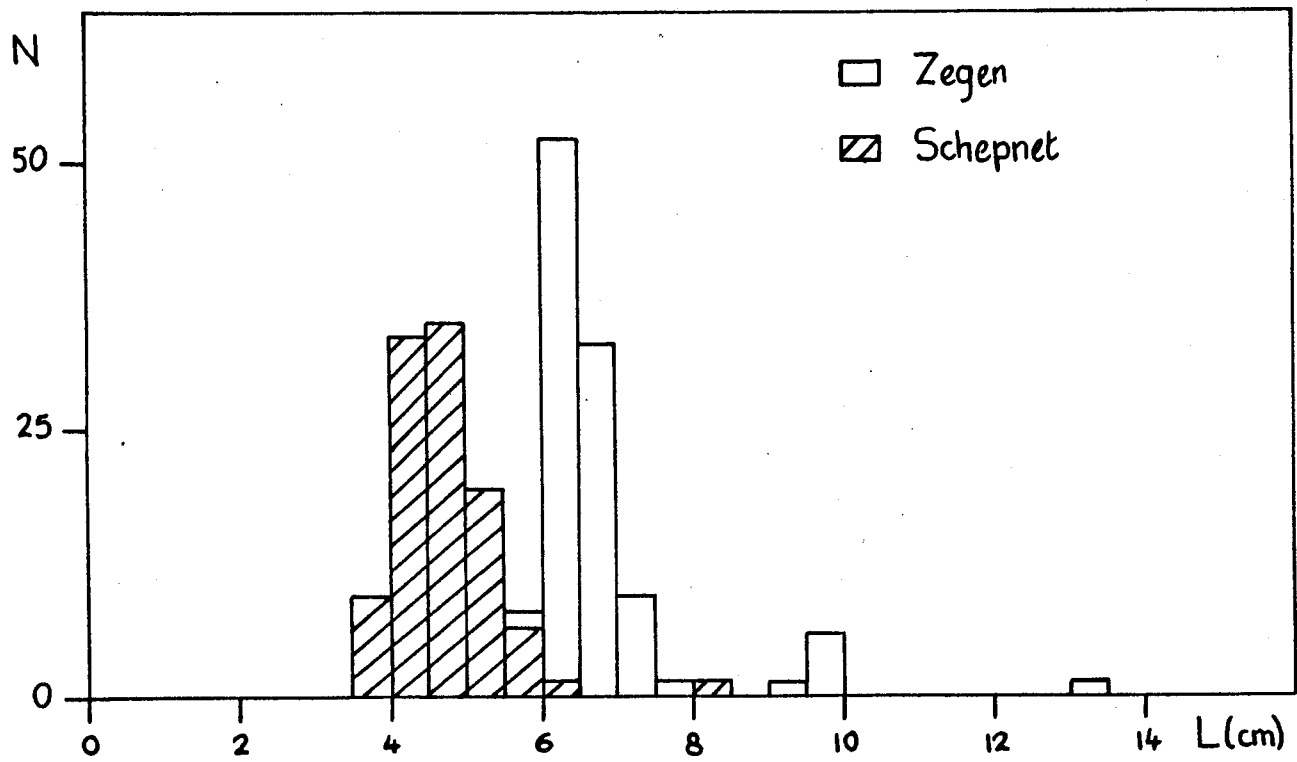
Figuur 39 : Het relatieve aandeel van diverse vissoorten in een zegenvangst van het Grootmeer op 09-11-1983.

Een blokdiagram voor de relatieve lengteverdeling van ruisvoorn in het Grootmeer wordt gegeven in figuur 40 . Dit diagram vertoont een tweetal pieken, namelijk bij 6.5 - 7.0 cm en 11.5 - 12.0 cm. De meeste exemplaren waren relatief groot, terwijl slechts weinig kleine vissen werden gevangen. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de grootte specificiteit van het gebruikte vistuig.



Figuur 40 : De relatieve lengteverdeling van de *Scardinius erythrophthalmus* populatie in het Grootmeer welke op 09-11-1983 gevangen werd met behulp van een zegen.

De verdeling van het aantal gevangen hondsvissen in het Groot Huisven over de verschillende lengteklassen wordt gegeven in figuur 41 . De zegen en schepnet vangsten zijn in deze figuur gescheiden weergegeven. Duidelijk is dat de verdeling van de vissen over de lengteklassen sterk afhankelijk is van het gebruikte vistuig. Voor een uitvoerige autoecologische studie aan de hondsvissen in het Groot Huisven wordt verwezen naar Oyen (1984).



Figuur 41 : Het aantal individuen van de vissoort *Umbra pygmaea* in een zegen- en schepnetvangst van 12-09-1983 in het Groot Huisven.

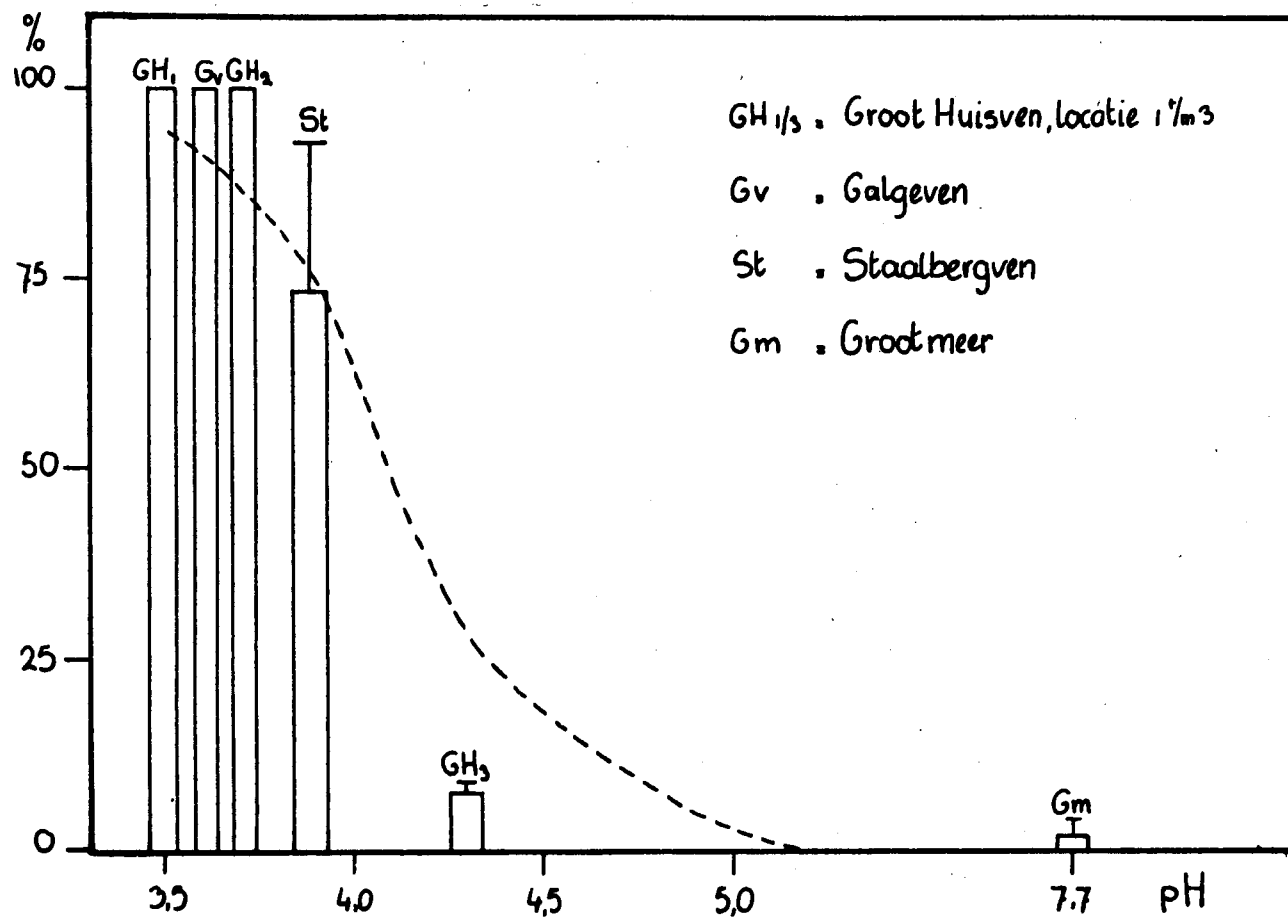
4.6. AMFIBIEËN.

Gedurende het voorjaar en de zomer van 1983 en 1984 zijn de vier vennen regelmatig onderzocht op eilegsels, larven en adulte exemplaren van amfibieën. Een overzicht van de waarnemingen wordt gegeven in tabel 16.

Tabel 16. Waargenomen eilegsels (E), larven (L) en adulten (A) van diverse soorten amfibieën.

		Galgeven			Staalbergven			Groot Huisven			Grootmeer		
		E	L	A	E	L	A	E	L	A	E	L	A
Gewone pad	<i>Bufo bufo</i>						•			•	•	•	•
Heikikker	<i>Rana arvalis</i>	•		•	•	•	•	•		•	•	•	•
Bruine kikker	<i>Rana temporaria</i>										•	•	•
Groene kikker	<i>Rana esculenta</i>						•	•	•	•	•	•	•
Zwemvoetsalamander	<i>Triturus helveticus</i>						•						
Kleine watersalamander	<i>Triturus vulgaris</i>												•

Alleen in het Grootmeer zijn goed ontwikkelde amfibieënpopulaties waargenomen. In de drie zure vennen ontbreken veel amfibieën-soorten of zijn van de aanwezige soorten slechts enkele exemplaren gevonden. Dit geldt eveneens voor de eilegsels en larven. Indien wel eilegsels werden gevonden, waren deze over het algemeen sterk beschimmeld. Christiaans (1983), Leuven et al. (1984a,b) en Heijligers (1985) beschrijven dat in een zuur milieu een hoge mortaliteit van amfibieën-eieren en -larven optreedt. Vooral de hoge waterstofionenconcentraties en verhoogde concentraties van (zware) metalen (aluminium en cadmium) blijken hiervoor verantwoordelijk te zijn. Ter aanvulling van de bovengenoemde onderzoeksresultaten is in het voorjaar van 1984 met behulp van een veldexperiment het uitkomstpercentage van *Rana arvalis* (heikikker) eieren bepaald. Deze soort is in alle onderzochte vennen waargenomen (zie tabel 16). De eieren werden in aan stokken bevestigde netten geplaatst en gedurende hun ontwikkeling gevolgd. De resultaten van dit experiment zijn weergegeven in figuur 42. Duidelijk is dat in de extreem zure milieus (Groot Huisven 1 en 2 en Galgeven) een volledige mortaliteit (100%) optreedt. De mortaliteit neemt af met toenemende pH en is in het basische Grootmeer nagenoeg nul geworden. De mortaliteitspercentages komen goed overeen met de veldwaarnemingen van Christiaans (1983). De lage zuurgraad van het Galgeven, Staalbergven en Groot Huisven is waarschijnlijk een van de belangrijkste oorzaken voor de slecht ontwikkelde amfibieënpopulaties.



Figuur 42 . De mortaliteit van *Rana arvalis* eieren welke geïncubeerd zijn op locaties met verschillende zuurgraad.

----- Mortaliteitscurve volgens Christiaans (1983). Deze curve is berekend op basis van het beschimmelingspercentage.

4.7. VOGELS.

Gedurende 1984 zijn de watervogels op en rond de vier vennen globaal geïnventariseerd. De waargenomen vogelsoorten zijn weergegeven in tabel .. In het Groot Huisven en het Grootmeer zijn vaak visetende vogels zoals reigers en futen waargenomen. De visarend is gedurende de trekperiode één keer waargenomen boven het Grootmeer. Volgens Eriksson (1984) kunnen sommige visetende vogels een afname van vissen door verzuring compenseren door een toename van de detectie van vis, omdat zuur water een lagere turbiditeit heeft. Vogels die in vogelvlucht hun prooi in het water proberen te vangen, zoals de visarend, kunnen hiervan niet profiteren door hun gelimiteerde duikdiepte. Uit paragraaf 4.5. blijkt dat in het Galgeven en het Staalbergven geen vissen meer werden waargenomen. Het verdwijnen van de vispopulatie in deze twee vennen heeft als gevolg dat de blauwe reiger daar niet wordt waargenomen. De fuut is slechts éénmaal waargenomen in het Galgeven.

Watervogels die zich goed kunnen aanpassen aan een veranderd voedselaanbod als gevolg van de verzuring, weten zich ook in de zure vennen te handhaven (bijvoorbeeld dodaars en meerkoet). Watervogels die meer gebonden zijn aan de oeverzone (zoals de waterhoen, watersnip, oeverloper en roerdomp) voeden zich met allerlei plantaardig en dierlijk materiaal dat tussen de oevervegetatie aanwezig is en zijn dus niet gevoelig voor de achteruitgang van flora en fauna in het water (Leuven & Schuurkes, 1984).

Door een afname van ondergedoken waterplanten die het meeste te lijden hebben van extreme verzuring, kunnen watervogels die hun voedsel duikend bemachtigen (zoals de tafeleend en de toppereend) gelimiteerd worden in hun voedselaanbod. In de zure vennen blijken echter nog voldoende ondergedoken waterplanten aanwezig te zijn, waardoor ook de tafeleend en de toppereend zich weten te handhaven. Grondeleenden (zoals de wintertaling, de smient en de wilde eend) behoeven hun voedsel niet duikend te bemachtigen en hebben bovendien een uitgebreide voedselkeuze, waardoor ze minder last van verzuring hebben.

Op grond van de waarnemingen in de tabel is het moeilijk definitieve conclusies te trekken. Momenteel worden door medewerkers van het laboratorium van Aquatische Oecologie een groot aantal verzuurde, circumneutrale en basische zwakgebufferde wateren onderzocht op de aanwezigheid van watervogels. De resultaten van dit onderzoek zullen wellicht een beter inzicht geven wat betreft de effecten van verzuring op watervogels.

Tabel 17. De watervogels welke gedurende 1984 zijn waargenomen.

	Galgeven	Staalbergven	Groot Huisven	Grootmeer
<u>Accipitridae</u>				
. <i>Pandion halicetus</i> (visarend)				.
<u>Anatidae</u>				
. <i>Anas crecca</i> (wintertaling)	.		●	
. <i>Anas penelope</i> (smient)				.
. <i>Anas platyrhynchos</i> (wilde eend)	●	●	●	●
. <i>Aythya ferina</i> (tafeleend)	●	●	●	●
. <i>Aythya fuligula</i> (kuifeend)	●	.	●	●
. <i>Aythya marila</i> (toppereend)	.			
. <i>Cygnus olor</i> (knobbelzwaan)				.
<u>Ardeidae</u>				
. <i>Ardea cinerea</i> (blauwe reiger)			.	.
. <i>Botaurus stellaris</i> (roerdomp)			.	.
<u>Haematopodidae</u>				
. <i>Haematopus ostralegus</i> (scholekster)			.	
<u>Laridae</u>				
. <i>Larus ridibundus</i> (kokmeeuw)	●	●	●	●
<u>Podicipedidae</u>				
. <i>Podiceps cristatus</i> (fuut)	.		.	.
. <i>Podiceps ruficollis</i> (dodaars)	.	.		.
<u>Rallidae</u>				
. <i>Fulica atra</i> (meerkoet)	.	●	.	●
. <i>Gallinula chloropus</i> (waterhoen)	.	.		.
<u>Scolopacidae</u>				
. <i>Gallinago gallinago</i> (watersnip)			.	
. <i>Tringa hypoleucos</i> (oeverloper)	.			
<u>Sylviidae</u>				
. <i>Acrocephalus scirpaceus</i> (kleine karekiet)				.

Maximaal aantal vogels dat is waargenomen op één monsterdatum: . = 1-10 vogels

● = 11-50 vogels

● = meer dan 50 vogels

4.8. MACROFYTEN

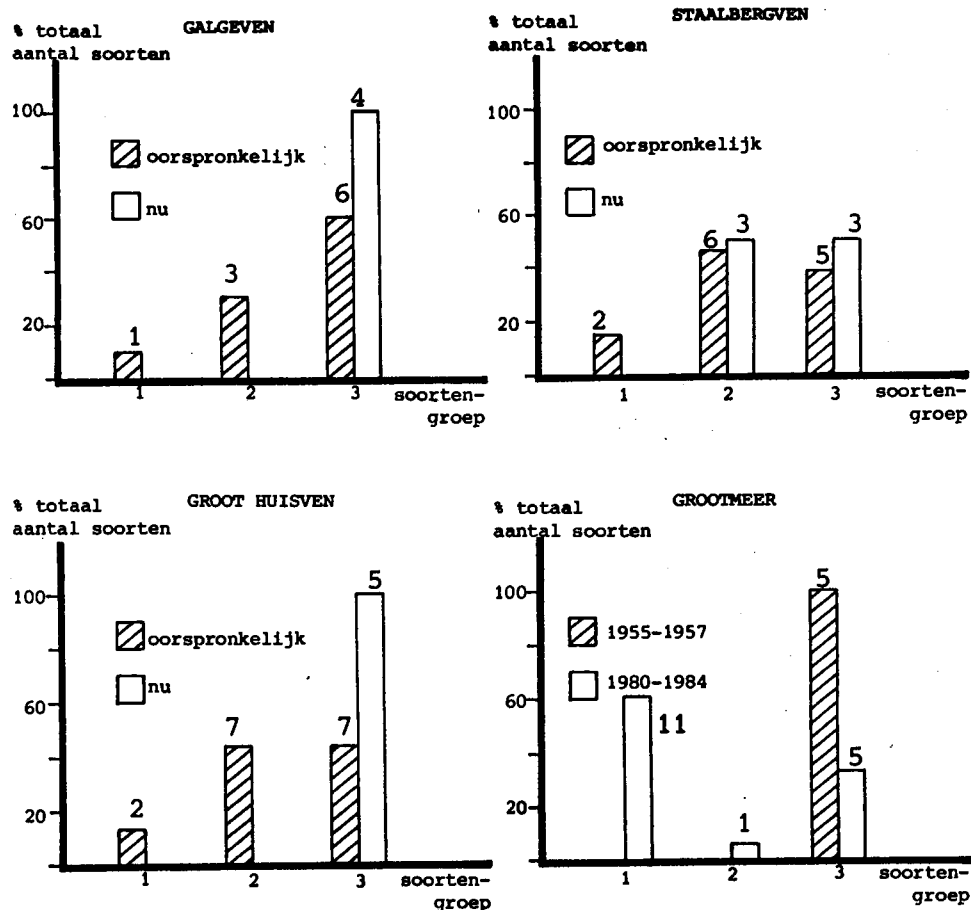
In het kader van het in het vegetatieseeizoen van 1984 verrichte onderzoek in het Galgeven, Staalbergven, Groot Huisven en het Grootmeer zijn recente vegetatie-opnamen vergeleken met historische gegevens, teneinde veranderingen in de macrofytensamenstelling van de vier vennen in de tijd te kunnen vaststellen. Per ven is de totale soortenlijst opgedeeld in zacht water- soorten en overige soorten. Zacht water- soorten worden gedefinieerd als soorten, die het meest frequent aangetroffen worden bij een alkaliniteit kleiner dan 1 meq.l^{-1} . De resultaten van het door Roelofs e.a. uitgevoerde verspreidingsonderzoek aan waterplanten in Nederland (Roelofs, 1983a,b; Roelofs et al, 1984a,b; Schuurkes & Roelofs, 1984; Roelofs & Schuurkes, 1983) zijn gebruikt om laatstgenoemde groep soorten te onderscheiden en onder te verdelen in 5 groepen. Deze groepen zijn:

- Groep 1 : Soorten, die alleen in zwak gebufferde wateren voorkomen en niet in bicarbonaatvrije wateren met een pH kleiner dan 4,2.
- Groep 2 : Soorten, die normaal in zwakgebufferde wateren voorkomen met een pH van 5-6, maar zich nog (tijdelijk) in wateren met een lage pH kunnen handhaven.
- Groep 3 : Soorten, die voornamelijk in zure wateren met een pH kleiner dan 4,2 voorkomen.
- Groep 4 : Deze groep omvat één soort, die indifferent is ten aanzien van de zuurgraad.
- Groep 5 : Deze restgroep omvat soorten, waarover te weinig gegevens bekend zijn om ze te kunnen indelen in de bovenstaande groepen.

Bovenstaande indeling wordt verwerkt in een publicatie (Arts & Roelofs, in prep.).

De resultaten van het historisch onderzoek zijn weergegeven in tabel 18 en figuur 43. In tabel 18 wordt per soort weergegeven in welke periode deze voor de eerste en laatste maal werd waargenomen. Figuur 43 geeft de verschuivingen in de vegetatie weer wat betreft de groepen 1, 2 en 3 van de zacht water- soorten. Hierbij is het totaal aantal soorten uit de groepen 1, 2 en 3 op 100 % gesteld.

In de volgende paragrafen zal in het kort de historische ontwikkeling van de vegetatie van de desbetreffende vennen beschreven worden.



Figuur 43. De veranderingen, die binnen de groep zacht water- soorten in de vier vennen hebben plaatsgevonden. Het totaal aantal soorten van groep 1, 2 en 3 is steeds op 100 % gesteld. Boven elke kolom is het absolute aantal vermeld.

Galgeven

Uit de periode van voor 1950 ontbreken meldingen van zacht water- soorten uit groep 1. De isoëtiden *Isoëtes lacustris*, *Littorella uniflora* en *Lobelia dortmanna* kwamen er wel voor. Ze werden voor het eerst samen vermeld door Sissingh (1943). *Littorella uniflora* is voor het laatst waargenomen in 1968 (Schoof- van Pelt, 1973) en *Lobelia dortmanna* en *Isoëtes lacustris* in 1978 (Cools & Cools, 1980). Figuur 43 laat de verschuiving in de zacht water- soortensamenstelling zien naar soorten die voornamelijk in zure wateren met een pH lager dan 4,2 voorkomen. Dat de isoëtiden nog relatief lang in het Galgeven aanwezig zijn gebleven kan verklaard worden met het feit, dat zij zich bij een pH kleiner dan 4,2 nog enige tijd kunnen handhaven, mits ze niet weggeconcentreerd worden door *Juncus bulbosus*. Dit is het geval in het Galgeven, waar als gevolg van het zeer kalkarme sediment *Juncus bulbosus* niet tot volledige dominantie komt.

Ervan uitgaande dat het Galgeven oorspronkelijk een zwak gebufferd water

is geweest, kan gesteld worden dat het ven al in een vroeg stadium verzuurd is, namelijk voor 1943. (NB. De door de Natuurwetenschappelijke Commissie in 1973 vermelde *Eleocharis acicularis* betreft waarschijnlijk *Juncus bulbosus*.

Staalbergven

Van oudsher is het Staalbergven een ven geweest met weinig plantengroei (van Heum, 1919; Hirschfeld, 1923; Thijsse, 1927; Bergmans, 1928; Heusden & Meyer, 1949). Er hebben zich relatief weinig veranderingen voorgedaan in de zacht water-soortensamenstelling, behalve dan dat de soorten uit groep 1 verdwenen zijn, waardoor relatief gezien een verschuiving opgetreden is naar de groepen 2 en 3 (figuur 43). De in 1933 door van de Griendt waargenomen *Myriophyllum alterniflorum* en de in 1942 door Sloff vermelde *Potamogeton gramineus* worden daarna niet meer voor het ven opgegeven. Uitgaande van een zwak gebufferde situatie kan gesteld worden dat het ven na 1942 verzuurd is.

Het Staalbergven kende een goed ontwikkeld Isoëto-Lobelietum. *Lobelia dortmanna* werd voor het laatst waargenomen in 1975 (Cools & Cools, 1980). Dat *Isoëtes lacustris* en *Littorella uniflora* zich tot op heden hebben kunnen handhaven heeft een aantal oorzaken:

- 1) Het sediment van het Staalbergven is kalkarm, waardoor *Juncus bulbosus* zich tijdens het verzuringsproces niet explosief ontwikkelt en de isoëtiden weg concureert.
- 2) Het ven is van oudsher een zwembad. Om de waterstand op peil te houden in het ven, wordt in de zomer en vaak in het najaar grondwater in het ven gepompt. Zowel de zwemactiviteiten (toevoer van urine aan het ven) als de inlaat van grondwater resulteren in een verhoging van de buffercapaciteit van het ven.
- 3) Het effect van de in de literatuur beschreven door de wind veroorzaakte golfslagerosie, welke de bodem van het Isoëto-Lobelietum enigszins vrij zou houden van sedimenterend materiaal, kan na bebossing van de heide rond het Staalbergven vervangen zijn door de turbulentie, veroorzaakt door de zwemmers.

Het gebruik van het Staalbergven als zwembad brengt met zich mee dat ten behoeve hiervan een aantal ingrepen hebben plaatsgevonden. Het ven werd bijvoorbeeld gedeeltelijk vergraven, waardoor de groeiplaats van *Isoëtes lacustris* veel kleiner werd (van der Veer, 1956).

Het Groot Huisven of Sandmetersven

Het ven kende vroeger een goed ontwikkeld *Isoëto-Lobelietum* en *Eleocharetum multicaulis*. *Littorella uniflora*, *Isoëtes lacustris* en *Lobelia dortmanna* kwamen er massaal voor (Westhoff, 1956; Heusden & Meyer, 1949; Mörzer Bruyns & Passchier, 1943; Glas & Peters, 1959). Uit groep 1 worden slechts weinig soorten gemeld: 1 exemplaar *Eleocharis acicularis* door Glas & Peters (1959) en *Scirpus fluitans* door Mörzer Bruyns & Passchier (1943). Beide laatst genoemde soorten indiceren een pH groter dan 4,2. *Littorella uniflora* werd voor het laatst waargenomen in 1975 (Beye, 1976), *Lobelia dortmanna* in 1977 (Cools & Cools, 1980) en *Isoëtes lacustris* in 1959 (Glas & Peters, 1959).

Uit figuur 43 blijkt dat binnen de groep zacht water-soorten een verschuiving heeft plaatsgevonden naar soorten die voornamelijk in bicarbonaatvrije wateren met een pH lager dan 4,2 voorkomen. Deze ontwikkeling kan ook kwantitatief aangetoond worden: voor 1960 had *Juncus bulbosus* een maximale bedekking in het ven van 25 % op 20 m², terwijl deze in 1981 was toegenomen tot 99 % op 25 m². Na 1981, toen de soort in het open water domineerde, is zij enigszins in abundantie afgenomen, hetgeen overeenkomt met het gegeven dat in verzuurde wateren op den duur alle ondergedoken waterplanten verdwijnen.

Het is waarschijnlijk dat de geconstateerde veranderingen in de vegetatie niet alleen het gevolg zijn van de toevoer van verzurende depositie vanuit de atmosfeer. In 1950 is men er namelijk toe overgegaan dammetjes in de verbindingssloten tussen de verschillende Huisvennen aan te leggen en een stuw in de afwateringssloot achter het huis van de toenmalige boswachter te plaatsen. In 1951 bleek de gemiddelde waterstand in onder andere het Groot Huisven een 0,5m hoger dan die van het vorig jaar (Westhoff & van Dijk, 1951). Als gevolg van deze verhoging van het waterpeil bleken drijvende Sphagneta en onder andere *Utricularia minor* zich uit te breiden. Overal in de vennen bevonden zich dikke lagen drijvend *Sphagnum cuspidatum* (Westhoff & van Dijk, 1951; Glas, 1957). Ook deze menselijke ingreep zal effect gehad hebben op de geconstateerde verschuivingen in de vegetatie.

Kokmeeuwen hebben zich, in tegenstelling tot de andere Huisvennen, nooit gevestigd in het Groot Huisven. Waarschijnlijk is er wel veen gestoken (Beye, mond. med.).

Grootmeer

Integenstelling tot het Groot Huisven, het Galgeven en het Staalbergven, kenmerkt het Grootmeer zich op dit moment door goed ontwikkelde vegetaties behorende tot de klasse Littorelleta en de orde Luronio-Potametalia. Een heel scala aan zacht water-soorten komt hier voor, met name soorten uit groep 1 (zie tabel 18). Het ven is dan ook beslist niet zuur (pH groter dan 7). Van de nu aanwezige zacht water-soorten uit groep 1 en 2 werden *Littorella uniflora* en *Chara* species pas voor het eerst in 1976 waargenomen, terwijl rond 1979-1980 *Littorella uniflora* zeer massaal is opgekomen (van Kessel, 1983). Vanaf 1980 wordt melding gemaakt van de overige zacht water-soorten uit groep 1 en 2. Uit opnamen van Mörzer Bruyns en van Donselaar uit respectievelijk 1955 en 1957 blijkt dat toen slechts zacht water-soorten uit groep 3 aanwezig waren en een klein aantal oeverplanten (zie tabel 18 en figuur 43). Het centrum van het ven had toen geen enkele plantengroei. Grote delen van de Noord-Oost-oever hadden slechts een een begroeiing van *Agrostis canina*. Voor het overige deel van het ven werd de oevervegetatie bepaald door *Eleocharis palustris* en *Molinia caerulea*. In de vegetatiezone van laatstgenoemde soort kwam veel *Juncus effusus* voor (van Donselaar, 1957). Reeds in 1939 wordt deze soort vermeld in het Grootmeer (mond. med. Dhr Kleijn; zie van Kessel, 1983). In de vijftiger jaren was het ven dus verzuurd. Dat het ven oorspronkelijk een zwak gebufferd water is geweest, blijkt uit het feit dat er in 1920 *Littorella uniflora* voorkwam (Rijksherbarium, Leiden). Het feit dat zacht water-soorten uit groep 1 en 2 zich opnieuw gevestigd hebben, heeft als oorzaak een tweetal ingrepen, die als onopzettelijk uitgevoerde beheersmaatregelen ten behoeve van het herstel van de oevervegetatie beschouwd kunnen worden. Deze ingrepen zijn :

- 1) In 1952 werd gestart met het lozen van filterspoelwater in het Kleinmeer door de waterleidingmaatschappij Oost-Brabant. Dit filterspoelwater is kalkhoudend, omdat het enigszins zure grondwater door met kalk en kopersulfaat gedoseerde filters geleid wordt. Het spoelwater voor regeneratie van deze filters laat men eerst bezinken in spoelwatervijvers gesitueerd bij het Kleinmeer. Via een overstort komt dit water in het Klein Meer en vandaar via een sloot in het Grootmeer (Mörzer Bruyns, 1955; mond. med. Dhr van Paassen, Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant).
- 2) In het begin van de jaren zeventig zijn de oostoever en deels

de zuidoever geschaafd, Hierbij werd een bovenste zandlaag verwijderd, zodat weer een mooi zandstrand voor de recreanten ontstond. Het overgebleven zand werd op de zuidoever van het ven gestort en zo ontstond hier een schiereiland (van Kessel, 1983). Het ven wordt al zeer lang als recreatiegebied gebruikt. In 1984 is echter een zwemverbod ingesteld. De oost- en zuidoever zijn de door de recreanten drukst bezochte delen van het ven.

Slechts de combinatie van beide ingrepen heeft geleid tot herstel van de venvegetatie. Uit het onderzoek van van Kessel (1983) blijkt dat het goed ontwikkelde Littorellion zich juist op de in het begin van de jaren zeventig geschaafde oevers bevindt, echter de eerste melding van *Littorella uniflora* betreft de westzijde van het ven en ook de werkgroep Hydrobiologie (Swinkels, 1983) vond in 1983 een vegetatie van *Pilularia globulifera* aan de westzijde van het ven. De zuid-west- en noord-west-oever zijn moeilijk begaanbare gebieden met hier en daar veel opslag van berk, vliegden en wilg (van Kessel, 1983).

In 1979 respectievelijk 1982 zijn beide pompstations van de Waterleiding-maatschappij Oost-Brabant op het gebruik van marmerfilters (= 99 % CaCO_3) overgeschakeld, met als gevolg meer dan een verdubbeling van de concentratie aan bicarbonaat en een verdubbeling van de Ca-concentratie in het in het Kleinmeer geloosde spoelwater. Eigenlijk heeft het ingelaten water een te hoge alkaliniteit voor het in stand houden van de vegetaties van zacht water-soorten in het Grootmeer. Waar de verbindingssloot met het Kleinmeer in het Grootmeer uitkomt werd in 1984 *Potamogeton lucens* waargenomen, een soort die voorkomt bij een matig hoge alkaliniteit van het water (minimaal 1 meq.l^{-1}) en bij vrij hoge Ca- en organisch C-gehaltes in bodem en bodemwater (Bloemendaal & Schuurkes, 1982)

Naast het, vooral in de Kempen , vrij hoge eutrofiëring effect van de depositie , gaat ook de inlaat van carbonaathoudend water waarschijnlijk gepaard met een eutrofiëring van het systeem. Het Grootmeer heeft op dit moment een eutrafente oevervegetatie, die zich pas recent ontwikkeld heeft (zie tabel 18). Na 1974 is het Grootmeer snel gaan dichtgroeien met andere *Phragmites australis*, *Juncus effusus*, *Typha latifolia* en *Typha angustifolia* (mond. med., van Kessel). Om het dichtgroeien van het ven te voorkomen is de gemeente Vessem in 1982 begonnen de rietvegetatie periodiek te maaien en af te voeren.

Tabel 18. Een overzicht van de eerste en laatste melding van de macrofyten in de onderzochte vennen.

	GV	SV	GH	GM		GV	SV	GH	GM
GROEP 1					OVERIGE SOORTEN				
<i>Apium inundatum</i>					<i>Potamogeton natans</i>		1		4
<i>Chara</i> -soorten			3-4		<i>Typha latifolia</i>				4
<i>Chara globularis</i>			4		<i>Lemna minor</i>	2			4
<i>Echinodorus ranunculoides</i>					<i>Nymphaea alba</i>	2	1-4	1-4	
<i>Elatine hexandra</i>				4	<i>Juncus acutiflorus</i>	2	1	3	4
<i>Eleocharis acicularis</i>	(3) ⁺		2	4	<i>Drosera intermedia</i>	3	1	1-4	
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>		1 ⁺			<i>Carex curta</i>	4		1-4	
<i>Nitella flexilis</i>				4	<i>Menyanthes trifoliata</i>		1	1-2	
<i>Peplis portula</i>					<i>Scirpus lacustris</i>		1	2	4
<i>Pilularia globulifera</i>				4	<i>Iris pseudacoris</i>		4		4
<i>Potamogeton gramineus</i>		1 ⁺		4	<i>Dysmachia vulgaris</i>		3		4
<i>Potamogeton obtusifolius</i>				4	<i>Rynchospora fusca</i>			1-4	
<i>Potamogeton polygonifolius</i>					<i>Rynchospora alba</i>			1-4	
<i>Ranunculus flammula</i>				4	<i>Oxyccocus palustris</i>			1-4	
<i>Ranunculus ololeucos</i>					<i>Andromeda polifolia</i>			1-4	
<i>Ranunculus peltatus</i>				4	<i>Carex lunosa</i>			1-3	
<i>Scirpus fluitans</i>	3 ⁺		1	4	<i>Narthecium ossifragum</i>			1-4	
GROEP 2					<i>Potentilla palustris</i>			1-2	
<i>Echinodorus repens</i>		2-3	2		<i>Drosera rotundifolia</i>			1-4	
<i>Hypericum elodes</i>		1	1		<i>Carex nigra</i>			1	
<i>Isoetes echinospora</i>					<i>Equisetum fluviatile</i>			3	
<i>Isoetes lacustris</i>	1-4	1-4	1-2		<i>Scheuchzeria palustris</i>			2	
<i>Littorella uniflora</i>	1-2	1-4	1-3	3-4	<i>Eriophorum vaginatum</i>			2	
<i>Lobelia dortmanna</i>	1-4	1-3	1-3		<i>Potamogeton berchtoldii</i>				4
<i>Luronium natans</i>		1-4	1-3		<i>Potamogeton lucens</i>				4
<i>Sparganium minimum</i>			1-3		<i>Potamogeton pectinatus</i>				4
<i>Utricularia australis</i>					<i>Calamagrostis canescens</i>				4
GROEP 3					<i>Bidens cernua</i>				4
<i>Carex lasiocarpa</i>	2-3		1-3	2-4	<i>Bidens tripartita</i>				4
<i>Carex rostrata</i>	2-4	1-4	1-4	4	<i>Lycopus europaeus</i>				4
<i>Eleocharis multicaulis</i>	2-3	1-3	1-4	2-4	<i>Eupatorium cannabinum</i>				4
<i>Eriophorum angustifolium</i>	2-4	1	1-4	2-4	<i>Typha angustifolia</i>				4
<i>Juncus bulbosus</i>	1-4	1-4	1-4	2-4	<i>Polygonum hydropiper</i>				4
<i>Sphagnum</i> soorten	1-4	1-4	1-4	2	<i>Glyceria maxima</i>				4
<i>Utricularia minor</i>			2-3		<i>Epilobium hirsutum</i>				4
GROEP 4					<i>Epilobium puriflorum</i>				4
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	2-4	1-4	1-3	4	<i>Bidens frondosa</i>				4
GROEP 5					<i>Rorippa amphibia</i>				4
<i>Deschampsia setacea</i>			1		<i>Ranunculus aquatilis</i>				4
<i>Sparganium angustifolium</i>			1		<i>Myosotis laxa</i>				4
<i>Utricularia cf. oohroleuca</i>			2		<i>Myosotis lacustris</i>				4
OVERIGE SOORTEN					<i>Phalaris arundinacea</i>				4
<i>Agrostis canina</i>	2-4	3-4	2-3	2-4	<i>Sparganium emersum</i>				4
<i>Agrostis stolonifera</i>				4	<i>Rorippa palustris</i>				4
<i>Alisma plantago-aquatica</i>				4	<i>Juncus articulatus</i>				4
<i>Eleocharis palustris</i>	1-4	1-4	1-3	2-4	<i>Oenanthe aquatica</i>				4
<i>Galium palustre</i>				4	<i>Polygonum mite</i>				4
<i>Glyceria fluitans</i>				4	<i>Riccia fluitans</i>				4
<i>Juncus effusus</i>	2-4	1-4	2-4	1-4	<i>Graphalium luteo-album</i>				3
<i>Molinia caerulea</i>	2-4	1-4	1-4	2-4	<i>Graphalium uliginosum</i>				4
<i>Phragmites australis</i>	2	1	2-4	4	<i>Juncus bufonius</i>				4
<i>Polygonum amphibium</i>				4					

+ : betreft één waarneming

() : is waarschijnlijk *Juncus bulbosus*

GV : Galgeven

SV : Staalbergven

GH : Groot Buisven

GM : Grootmeer

1 : voor 1950 waargenomen

2 : van 1950 tot en met 1970 waargenomen

3 : van 1970 tot en met 1977 waargenomen

4 : van 1978 tot en met 1984 waargenomen

5. DISCUSSIE

Waterkwaliteit

Van de vier in dit onderzoek bestudeerde systemen, die van oorsprong allen zwakgebufferd en voedselarm waren en derhalve een karakteristieke flora en fauna herbergden, zijn er momenteel drie verzuurd ten gevolge van de zwavel- en stikstofhoudende neerslag. Deze verzuring van oppervlaktewateren is een verschijnsel dat zich over de gehele wereld voordoet. Er is vooral in Scandinavië en Noord-Amerika (o.a. Drabløs & Tollan, 1980; Johnson, 1982) en de laatste tijd ook in België (Vangenechten et al., 1981a, b) en Nederland reeds veel onderzoek naar verricht.

Door verzuring treden er veranderingen op in diverse fysisch-chemische parameters, die op hun beurt resulteren in een verschuiving en een verarming van alle levensgemeenschappen die een water herbergt, zoals microflora en -fauna (de Bie en Maenen, 1984), macrofauna (Eeken, 1984; Vanhemelrijk, 1984), macrofyten (Roelofs, 1983a; Roelofs et al., 1984a), vissen (Oyen, 1984), amfibieën (Heijliggers, 1985) en vogels. Het is onmogelijk te zeggen welke parameters precies op een bepaalde verandering van invloed zijn. Waarschijnlijk is het een combinatie van allerlei factoren die hiervoor verantwoordelijk is. Enkele algemene veranderingen die in een water optreden zijn een daling van de pH, een afname en uiteindelijk verdwijnen van de alkaliniteit en een met beide parameters gepaard gaande toename van de H^+ - en afname van de HCO_3^- -ionenconcentratie.

In een ongestoord, zwakgebufferd water zijn HCO_3^- , Cl^- en SO_4^{2-} de belangrijkste anionen, terwijl in een extreem zuur water een dominantie van SO_4^{2-} optreedt, gevolgd door Cl^- . HCO_3^- is hier geheel verdwenen (Vangenechten, 1981b; Kersten, 1985a). Dit blijkt duidelijk in het Galgeven. SO_4^{2-} is hier het dominante anion en er is geen HCO_3^- meer aanwezig. In het Grootmeer daarentegen is HCO_3^- het belangrijkste anion (fig. 16).

In basische wateren is Ca^{2+} het belangrijkste kation, maar ook Na^+ en Mg^{2+} leveren hier een belangrijke bijdrage. Bij verzuring neemt het Ca^{2+} -gehalte af en het H^+ -gehalte sterk toe. Zo heeft het Grootmeer een hoog Ca^{2+} -gehalte, dat voor een deel veroorzaakt wordt door de inlaat van kalkhoudend water. Verder leveren Na^+ en Mg^{2+} een belangrijk aandeel. In het Galgeven en het Staalbergven is de bijdrage van Ca^{2+} aanzienlijk lager en gaat H^+ een belangrijke rol spelen (fig. 16).

Verder hebben zure wateren een hogere NH_4^+ -ionenconcentratie door de afname van de nitrificatie in een zuur milieu (Leuven en Schuurkes, 1984). Het Galgeven heeft de hoogste NH_4^+ -concentratie, gevolgd door het Groot Huisven, het Staalbergven en het Grootmeer (tabel 5). Relatief gezien echter levert NH_4^+ een belangrijker aandeel in het Groot Huisven dan in het Galgeven (fig. 16). Ook neemt in een zuur milieu de concentratie van (zware) metalen als Al^{3+} , Fe^{3+} en Cd^{2+} toe. Zure wateren hebben een hoge aluminiumconcentratie door de toegenomen mobilisatie vanuit de bodem (Leuven en Schuurkes, 1984). Zo hebben het Galgeven en het Staalbergven een hoog aluminium-gehalte, in tegenstelling tot het Grootmeer. Het Groot Huisven heeft het hoogste Fe^{3+} gehalte (fig. 16).

Op grond van het bovenstaande behoren het Galgeven en het Staalbergven tot de sterk zure wateren. Het Groot Huisven neemt een intermediaire positie in tussen het Galgeven en het Staalbergven enerzijds en het Grootmeer anderzijds. Het Grootmeer is nog relatief ongestoord. Dit wordt veroorzaakt door de al eerder genoemde inlaat van kalkhoudend water. Deze waterinlaat is verantwoordelijk voor de schommelingen die kunnen optreden in diverse parameters.

Microflora en microfauna

Bij het verzamelen van de planktonmonsters en het verwerken hiervan is het onmogelijk om zodanig te werk te gaan dat er een exact beeld verkregen wordt van de in het water aanwezige fyto- en zoöplanktonpopulaties. Zo zullen de plankters niet gelijkmatig over het water verdeeld zijn maar op sommige plaatsen in grotere "patches" en in andere soortensamenstellingen aanwezig zijn dan op andere. Om dit probleem zoveel mogelijk te ondervangen zijn er bij de monstername verspreid over het gehele wateroppervlak een tiental submonsters genomen die goed gemengd werden.

Ook bij het sleepnetmonster is gepoogd zo nauwkeurig mogelijk te werk te gaan door het net ook tussen eventueel aanwezige waterplanten te slepen.

De fout die gemaakt wordt bij de kwantitatieve verwerking volgens de hier toegepaste methode van van Heusden (Geelen, 1969) bedraagt tenminste 25 %. Een grotere nauwkeurigheid zou bereikt kunnen worden wanneer het aantal monsters groter zou zijn en wanneer bij het opmeten van de organismen nauwkeuriger te werk zou worden gegaan. De tijd die dit echter zou kosten staat dan niet meer in verhouding tot de aldus bereikte nauwkeurigheid. Er dient dus terdege rekening gehouden te worden met de tijd die men in het onderzoek steekt om zonder al te tijdrovend te werk te gaan toch zo'n betrouwbaar mogelijke gegevens te verkrijgen.

De soortensamenstelling van het fytoplankton verschilt zowel tussen de drie verzuurde wateren en het niet verzuurde Grootmeer als tussen de drie verzuurde wateren onderling. Zo komen in het Grootmeer soorten voor die niet in de andere drie wateren zijn aangetroffen. Dit kan omgedraaid niet gezegd worden. Er zijn bij het fytoplankton geen soorten aangetroffen die karakteristiek zijn voor zuur water. Bijna alle verzuurde vennen in Nederland worden namelijk gekarakteriseerd door taxa die indifferent zijn voor de pH. Dit zijn in het algemeen draadvormige algen en nannoplankton <60 µm (Geelen en Leuven, 1985). Dit komt goed overeen met de soorten die in het Galgeven zijn aangetroffen. Alleen hier kwamen namelijk draadwieren als *Binuclearia tectorum* en *Microspora stagnorum* abundant voor, naast kleine organismen als *Glenodinium-Gymnodinium spec.*, *Peridinium spec.*, *Cryptomonas ovata*, *C. erosa* en de kolonievormende soort *Dinobryon divergens*.

In het Groot Huisven, dat minder zuur is dan het Galgeven, kwamen weinig draadwieren voor. Hier werden soorten als *Closterium striolatum*, *Bambusina*

brebissonii en *Staurodesmus jaculiferus* abundaant aangetroffen. Dit zijn soorten die door de Bie en Maenen (1985) als karakteristiek voor enkele sterk verzuurde wateren in Nederland getypeerd werden. Uit historisch onderzoek blijkt dat er sinds 1958 (Leentvaar, 1961) weinig veranderd is qua soortensamenstelling in dit ven.

De soortenrijkdom van het fytoplankton neemt af naarmate een water zuurder is. Er treedt vooral een sterke afname op in het aantal taxa van Cyanophyceae, Diatomeae, Chlorococcales en Desmidiales (zie ook Geelen en Leuven, 1985). Naar de afname van Diatomeae en Desmidiales is uitgebreid onderzoek verricht door respectievelijk van Dam & Kooyman-van Blokland (1978), van Dam et al. (1981) en Coesel et al. (1978).

In een sterk verzuurd water kunnen bepaalde soorten plotseling een enorme ontwikkeling vertonen, een verschijnsel dat zich niet voordoet in een niet verzuurd water. Zo treedt er in het Galgeven in het voorjaar een dominantie op van *Glenodinium-Gymnodinium spec.*, in de zomer van *Dinobryon divergens* en in het najaar van *Peridinium spec.* In Zweden is in sterk verzuurde wateren eveneens een dominantie geconstateerd van Pyrrophyta als *Peridinium inconspicuum* en *Gymnodinium spp.* In twee verzuurde Adirondack Mountain Lakes vormden Pyrrophyta steeds een belangrijk aandeel in de fytoplanktensamenstelling bij afnemende pH, maar ze gingen niet domineren. Chrysophyta waren hier dominant (Geelen en Leuven, 1985). Wat betreft *D. divergens* wordt bij diverse auteurs een schijnbare tegenstelling aangetroffen. In Canada werd *D. divergens* in minder verzuurde wateren dominant aangetroffen (Geelen en Leuven, 1985), terwijl Geelen (1969) een dominantie aantrof in een sterk zuur water. Uit dit onderzoek komt naar voren dat *D. divergens* niet alleen dominant kan voorkomen in een extreem zuur water als het Galgeven, maar ook in een water als het Grootmeer, hoewel deze hier qua aantallen en biomassa veel geringer was.

Onderzoek van de Bie en Maenen (1985) toont aan dat in Nederland 6 taxa dominant voorkomen in verzuurde vennen, namelijk *Binuclearia tectorum*, *Microspora stagnorum* en *Closterium striolatum* (alle drie pH afhankelijk), *Mougeotia spec.*, en *Cryptomonas erosa* en *C. ovata* (pH indifferent).

In het Galgeven is geen dominantie van draadwieren geconstateerd. Dit kan te maken hebben met de monstermethode. Er is namelijk alleen in het open water gemonsterd, terwijl de meeste draadwieren of op de bodem of vastgehecht aan macrofyten voorkomen.

C. striolatum bereikte alleen een hoge abundantie in het Groot Huisven. *C. erosa* en *C. ovata* kwamen abundant voor in alle vier de vennen. Dit zijn de enige soorten die in het Staalbergven, naast een abundant voorkomen van μ -algen, die overigens in alle vier de wateren voorkwamen, over een langere periode vrij talrijk aanwezig waren.

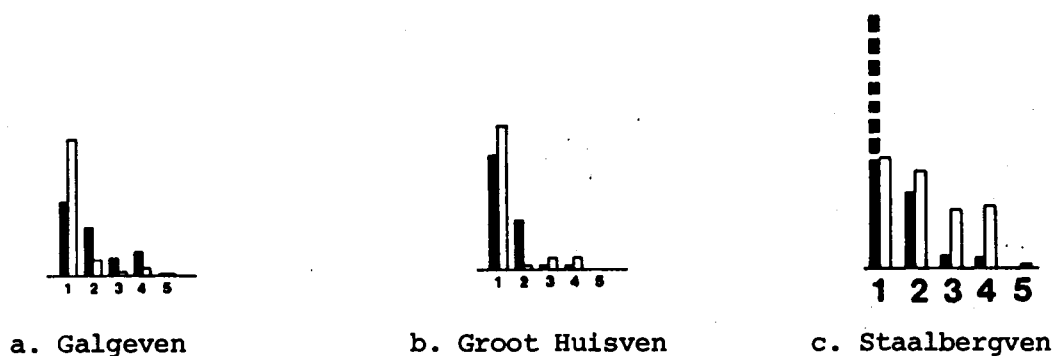
Uit Geelen en Leuven (1985) blijkt dat men het er niet over eens is of een lage pH samenhangt met een lage productiviteit en biomassa van het fytoplankton. Enkele auteurs bevestigen dat er weinig bewijs is dat een lage pH direct verantwoordelijk is voor een afname in beide parameters.

Zo wordt in dit onderzoek eerder het tegenovergestelde aangetoond. Wanneer namelijk de biomassa's van het fytoplankton in het Galgeven, Staalbergven, Groot Huisven en Grootmeer met elkaar vergeleken worden (fig. 17 en 18), dan blijkt dat in het meest zure water, het Galgeven, en in het Groot Huisven aanzienlijk hogere en ook over het gehele jaar genomen gemiddeld hogere biomassa-waarden worden aangetroffen dan in het Grootmeer. Er wordt dus in het geheel geen afname waargenomen bij toenemende zuurgraad.

De lage biomassa in het Staalbergven hangt samen met de samenstelling van het zoöplankton in dit ven.

Onderzoek van de Bie en Maenen (1985) toont aan dat er geen correlatie tussen het actief chlorofyl-a gehalte en de pH bestaat. In het Grootmeer ligt dit gehalte gemiddeld genomen iets hoger dan in het Galgeven en het Staalbergven. In het Groot Huisven is het gehalte vele malen hoger dan in het Grootmeer.

Van Dam en Kooyman-van Blokland (1978) en van Dam et al. (1981) hebben uitgebreid onderzoek verricht naar de diatomeeën-flora van onder andere het Galgeven, het Staalbergven en het Groot Huisven. Zij hebben voor deze wateren pH spectra samengesteld, waarbij diatomeeën-soorten aan de hand van hun voorkomen in een water werden ingedeeld in 5 groepen, te weten acidobionte-(1), acidofiele-(2), circumneutrale-(3), alkalifiele-(4) en alkalibionte soorten (5). (Fig. 44). Uit deze figuur blijkt dat in het Galgeven en het Groot Huisven acidobionte soorten sterk toenamen, iets dat vooral in het Groot Huisven ten koste ging van acidofiele soorten. In het Groot Huisven trad daarnaast, in tegenstelling tot het Galgeven, een toename op van soorten van neutrale, alkaliene wateren. In het Staalbergven trad enerzijds een lichte toename van acidobionte en acidofiele soorten en anderzijds een verschuiving in de richting van alkalifiele soorten op. Dat laatste duidde op een overgang van een oligo- naar een metatroof milieu (zie ook Coesel et al., 1978).



Figuur 44. Histogrammen van pH-spectra.

a+b: y-as: aantal exemplaren in elke pH-klasse (van Dam et al., 1981).

c: y-as: relatieve abundantie van de pH-klassen (van Dam en Kooyman-Blokland, 1978).

■: situatie circa 1920.

a+b□: situatie 1978.

c□: situatie 1975.

Het onderbroken gedeelte van de derde kolom geeft de relatieve abundantie aan van *Navicula cf. brevissima*, een soort die of acidobiont of acidofiel is.

De term metatroof is geïntroduceerd door Leentvaar in 1958. Hieronder wordt een overgangsstadium verstaan van een oligo- naar een eutroof milieu, een stadium dat niet getypeerd wordt door mesotrofe organismen maar door een combinatie van oligo- en eutrofe organismen.

Uit dit onderzoek blijkt echter dat die ontwikkeling naar een metatroof milieu in het Staalbergven is teruggedraaid. Het Staalbergven is recentelijk sterk verzuurd, wat ook blijkt uit de diatomeeën-soorten die zijn aangetroffen. Dit zijn voornamelijk acidobionte en acidofiele soorten, zoals *Frustulia*, *Eunotia* en *Pinnularia spp.*, soorten, die kenmerkend zijn voor zuur, oligotroof water (van Dam en Kooyman-van Blokland, 1978).

In het Galgeven zijn weinig Diatomeae en in lage abundanties aangetroffen. Zelfs de acidobionte soort *Eunotia exigua*, die in 1978 abundant voorkwam, ook in het open water (van Dam et al., 1981), is slechts sporadisch aangetroffen (bijlage 3).

In het Groot Huisven worden voornamelijk acidofiele soorten waargenomen. Alleen in het Grootmeer komen, naast acidobionte en acidofiele soorten, circumneutrale en alkalifiele soorten abundant voor, zoals bepaalde *Nitzschia* en *Synedra* soorten (zie voor indeling van soorten in pH-klassen van Dam en Kooyman-van Blokland, 1978).

Wat opvalt is de grote mate van overeenkomst in de diatomeeën-flora van de vier vennen.

Wanneer deze resultaten vergeleken worden met die van van Dam blijkt dat

- in het Galgeven in het open water de diatomeeën-flora achteruit gegaan is
- in het Staalbergven vrijwel geen alkalifiele soorten meer zijn waargenomen
- in het Groot Huisven een verschuiving is opgetreden in de richting van acidofiele soorten, wat ten koste is gegaan van de circumneutrale en alkalifiele soorten.

Bij een vergelijking dient echter rekening gehouden te worden met de verschillende monstermethoden die bij dit onderzoek en dat van van Dam zijn toegepast. Dit geldt ook voor het desmidiaceeën-onderzoek van Coesel, dat hierna besproken wordt. Aangezien Diatomeae en Desmidiaceae in het algemeen bentische vormen bevatten of behoren tot het tychoplankton zijn er door van Dam en Coesel speciale technieken toegepast. In dit onderzoek is voornamelijk in het open water gemonsterd, waardoor dus niet alle in het water aanwezige soorten zijn meegenomen.

In het begin van deze eeuw kwamen er in Nederland veel mesotrofe wateren voor, die een grote diversiteit aan desmidiaceeën-soorten herbergden (Coesel et al., 1978). De optredende achteruitgang van de desmidiaceeën-flora moet voornamelijk worden toegeschreven aan het verdwijnen van die mesotrofe wateren. Vooral de laatste jaren krijgen deze wateren een steeds meer oligotroof karakter ten gevolge van pH verlaging door zwavel- en stikstofhoudende neerslag. Kwakkestein (1977), die de situatie voor onder andere het Galgeven onderzocht en Verschoor (1977), die hetzelfde deed voor het Staalbergven en het Groot Huisven, kwamen tot dezelfde conclusie. Het Galgeven kon toen aan de hand van de erin voorkomende desmidiaceeën-soorten getypeerd worden als een oligotroof, zwak gestoord water. Het Staalbergven liet een verhoging van de trofiegraad zien, zie ook Coesel et al. (1978), die concludeerde dat het Staalbergven ten gevolge van vervuiling door recreatie een meer metatroof karakter kreeg. Deze ontwikkeling is nu dus teruggedraaid. De desmidiaceeën-soorten die op het moment in het Staalbergven worden aangetroffen komen voor een groot deel overeen met die van het Galgeven (bijlage 3). Dat geldt overigens ook voor het Groot Huisven. Werden in 1977 nog in elk van deze drie wateren karakteristieke soorten aangetroffen, momenteel vertonen deze vennen een grote mate van overeenkomst in hun desmidiaceeën-flora. De meeste door Kwakkestein en Verschoor gevonden soorten zijn niet aangetroffen in het open water, alleen zeer algemene soorten worden nog aangetroffen. Zo komen 8 van de 13 desmidiaceeën-soorten in het Galgeven, 10 van de 17 in het

Staalbergven en 17 van de 25 in het Groot Huisven óók voor in het Grootmeer. Coesel (1978) geeft nog andere oorzaken voor het achteruitgaan van de desmidiaceeën-flora in vele wateren. Zo wordt door het aanleggen van bos rond een water en de hiermee gepaard gaande overschaduwing enerzijds de groei van algen belemmerd door een gebrek aan voldoende licht, anderzijds verdwijnen hogere ondergedoken waterplanten die als substraat fungeren voor desmidiaceeën. De meeste soorten zijn namelijk bentisch of behoren tot het tychoplankton. Zo leidt ook de toenemende verzuring tot een afname en een uiteindelijk verdwijnen van ondergedoken waterplanten en dus tot een achteruitgang van de desmidiaceeën-flora.

Net als bij het fytoplankton worden ook bij het zoöplankton soorten aangetroffen die wel in het Grootmeer, maar niet in het Galgeven en het Staalbergven voorkomen, zoals *Daphnia longispina*. Deze soort kan niet overleven bij een pH <5,3 (Geelen en Leuven, 1985).

Daarnaast zijn er in het Galgeven en het Staalbergven ook soorten aangetroffen die niet in het Grootmeer voorkomen. Volgens Raddum et al. (1980) zijn er twee soorten karakteristiek voor zuur water, namelijk *Bosmina longispina* en *Keratella serrulata*. Deze twee soorten komen dan ook niet in het Grootmeer voor. *B. longispina* is echter óók niet in het Galgeven aangetroffen. Uit experimenten is gebleken dat deze soort bij een pH van 3 snel sterft (Geelen en Leuven, 1985). Aangezien de pH van het Galgeven gemiddeld genomen zeer laag is (3,3) kan dit een verklaring zijn voor het afwezig zijn van deze soort.

Enkele zeer algemene soorten als de Cladoceren *Chydorus sphaericus*, *Polphemus pediculus* en de Rotifera *Lecane* spp. worden in alle vier de vennen aangetroffen. Dit zijn soorten die in Nederland in verzuurde vennen frequent en soms dominant voorkomen (Geelen en Leuven, 1985).

De soortensamenstelling is ook afhankelijk van het predator-prooi systeem (de Bie en Maenen, 1985). Zo is de afwezigheid van vissen in het Staalbergven de oorzaak van het dominant voorkomen van *Eudiaptomus gracilis* wat tot gevolg heeft dat het fytoplankton-gehalte in dit ven ten gevolge van "grazing" uitzonderlijk laag is.

Er treedt een sterke afname op in het aantal taxa van met name Cladocera en Rotifera bij toenemende zuurgraad van een water. Zo zijn het Galgeven en het Staalbergven vrij arm aan soorten.

De soortenrijkdom hangt echter ook samen met de aanwezige vegetatie. Wanneer namelijk in een water planten met een nymphaeïde groeivorm aanwezig zijn, zoals in het Groot Huisven en in het Grootmeer, neemt het aantal microhabitats toe en zal de diversiteit van het zoöplankton groter zijn. Zo bestaan er ook correlaties tussen de diversiteit van het zoöplankton in het open water en die tussen waterplanten, en tussen de diversiteit van het fyto- en die van het zoöplankton. Beiden zijn positief met elkaar gecorreleerd (Geelen en Leuven, 1985).

Bij het zoöplankton is er niet zo sterk sprake van een dominant voorkomen van een bepaalde soort als dat bij het fytoplankton het geval is. Het enig dominant voorkomen van een soort treedt op in het Staalbergven en in mindere mate in het Groot Huisven, namelijk van de soort *Eudiaptomus gracilis*. Deze dominantie van een calanoïde Copepode is een verschijnsel dat zich in Nederlandse vennen bij verzuring vaak voordoet (Geelen en Leuven, 1985).

Er is nog niet voldoende bekend over de effecten van verzuring op de biomassa van het zoöplankton (Geelen en Leuven, 1985). In het Grootmeer ligt die gemiddeld genomen iets hoger dan in het Groot Huisven, terwijl de biomassa in het Galgeven zeer laag is. In het Staalbergven worden alleen tijdens de bloeiperiode van *Eudiaptomus gracilis* hoge waarden bereikt.

Macrofauna in het watercompartiment.

De relatieve abundanties van de verschillende macrofaunagroepen in het watercompartiment zijn aan sterke fluctuaties onderhevig. Voor een deel kan dit toegeschreven worden aan het feit dat het moeilijk is een ven steeds op een identieke wijze te bemonsteren. Door een verschil in de waterstand bijvoorbeeld kon niet altijd exact dezelfde locaties in het ven bemonsterd worden. Bij het uitzoeken op het laboratorium hadden organismen uit bepaalde macrofaunagroepen een grotere kans op detectie. Grote rode Chironomidae vielen veel beter op dan lichtgekleurde Ceratopogonidae. Verder vielen mobiele individuen beter op dan weinig mobiele individuen. De vitaliteit van de gevangen macrofauna nam, na enkele dagen bewaard te zijn geweest in een koelcel bij 4 graden Celsius, voor sommige macrofaunagroepen sterk af. Dit gold vooral voor Ephemeroptera en Odonata. Het was dus noodzaak de watermonsters zo snel mogelijk uit te zoeken, ook om de determinatie van de organismen niet extra te bemoeilijken door verteringsverschijnselen.

De mollusken zijn niet in de zure vennen waargenomen. Bij verzuring van wateren verdwijnen de mollusken als eerste (Hermans, 1984). In 35 onderzochte zwakgebufferde, deels verzuurde wateren in Nederland zijn geen mollusken in het watercompartiment aangetroffen bij een pH kleiner dan 5 (Vanhemelrijk, 1985). Dit pH-minimum werd eveneens door Økland (1980) in Noorse meren (pH kleiner dan 5,2) en door Wiederholm & Eriksson (1977) in Zweedse meren gevonden. Een direct effect van water met een lage pH blijkt het oplossen van de kalkschelp of kalkhuisje te zijn. Daardoor raken de dieren geïnfecteerd door microorganismen wat lethale gevolgen kan hebben. Naast het directe effect van de verhoogde H^+ -concentratie zijn er ook indirecte effecten op de Bivalvia, zoals mogelijke vergiftiging door gemobiliseerde (zware) metalen. Vermoedelijk is verzuring van grote invloed op juveniele mollusken, aangezien deze waarschijnlijk de grootste behoefte aan kalk hebben voor de opbouw van schelp of huisje (Hermans, 1984).

In het Galgeven en het Staalbergven werden geen Hirudinea waargenomen. Vanhemelrijk (1985) heeft bij een pH kleiner dan 5 in het watercompartiment geen bloedzuigers waargenomen. In het Groot Huisven (gemiddelde pH over 1984 was 4,8) zijn echter nog twee exemplaren aangetroffen, 1 *Helobdella stagnalis* en 1 *Theromyzon tessulatum*. Volgens Sawyer (1974) wordt of een water al dan niet verstoord is, vooral aangegeven door de kwantiteit (en niet de kwalitatieve samenstelling) van de Hirudinea-fauna. In het basische Grootmeer zijn 39 individuen van *Helobdella stagnalis* en 5 individuen van *Theromyzon tessulatum*

waargenomen.

In het Galgeven en het Groot Huisven zijn geen Ephemeroptera waargenomen. In het Staalbergven zijn alleen de zuurtolerante soort *Leptophlebia vespertina* en 1 individu van *Caenis moesta* waargenomen. Buskens (1983) noemt *Leptophlebia vespertina* samen met *Chaoborus obscuripes* en *Holocentropus dubius* typisch voor zure wateren, met name de relatief ongestoorde zure wateren. Leuven et al. (1984a) vermelden dat in Nederlandse verzuurde wateren met een pH lager dan 5,0 alleen nog *Leptophlebia vespertina* aangetroffen wordt. In het Staalbergven is echter nog 1 exemplaar van *Caenis moesta* aangetroffen. Vanhemelrijk (1985) heeft deze soort bij pH-waarden van 5,3 tot 10,4 waargenomen.

In de zure vennen met uitzondering van het Staalbergven werden minder Trichoptera-soorten waargenomen dan in het Grootmeer. *Cyrmus flavidus* en *Ecnomus tenellus* vertonen in het watercompartiment van de zure vennen een hogere relatieve abundantie. In Zweedse meren met een gemiddelde pH van 4,2 tot 5,0 leken de meeste zuurtolerante soorten eveneens *Cyrmus flavidus* en *Holocentropus dubius* (Mossberg & Nyberg, 1979). Deze laatste soort is niet in het Grootmeer waargenomen, echter wel in de verzuurde systemen. De relatieve abundanties van de Trichoptera zijn in de verzuurde systemen hoger dan in het Grootmeer. Dit is in tegenstelling tot de waarnemingen van Vanhemelrijk (1985). Deze onderzoeker vond in de verzuurde systemen een lagere relatieve abundantie van Trichoptera in het watercompartiment.

Vanhemelrijk (1985) meldt dat de Odonata en Heteroptera in verzuurde systemen een hogere relatieve abundantie en soortenrijkdom hebben dan in niet verzuurde systemen. In dit onderzoek is de soortenrijkdom van deze twee groepen in de verzuurde systemen gelijk of lager dan in het Grootmeer en de relatieve abundanties zijn niet beduidend verschillend te noemen. *Enallagma cyathigerum* (Odonata) is zeer zuurtolerant. Vanhemelrijk (1985) vindt deze soort binnen een pH-bereik van 3,3 tot 9,5, met een verhoogde frequentie in de zure wateren. *Sigara scotti* (Heteroptera) vertoont in het watercompartiment van het Staalbergven een zeer hoge relatieve abundantie. Deze soort is algemeen in zure wateren met weinig plantengroei en weinig organisch materiaal op de bodem (Nieser, 1982). Dit zijn kenmerken die ook voor het Staalbergven gelden.

De Coleoptera zijn in de drie verzuurde systemen niet beduidend beter vertegenwoordigd dan in het Grootmeer. Nilssen (1980), Raddum (1980) en

Vanhemelrijk (1985) beschrijven daarentegen dat de Coleoptera-gemeenschap rijker vertegenwoordigd is in zure wateren dan in niet zuur water.

Sialis lutaria (Megaloptera) is redelijk zuurtolerant (Wiederholm & Eriksson, 1977; Mossberg & Nyberg, 1979) en is in dit onderzoek alleen in het Groot Huisven niet aangetroffen.

De Chaoboridae soort *Chaoborus obscuripes* is alleen in het Staalbergven waargenomen. Eriksson et al. (1980) en Nilssen et al. (1983) noemen het toegenomen van *Chaoborus* een algemeen kenmerk van verzuurde meren in Noorwegen en Zweden.

De Diptera (Chironomidae, Ceratopogonidae, Chaoboridae en Rest Nematocera) vertonen een hogere relatieve abundantie in de verzuurde systemen. Dit is eveneens waargenomen door Vanhemelrijk (1985). Het dient vermeld te worden dat dit verschil in relatieve abundantie hoofdzakelijk veroorzaakt wordt door de hogere relatieve abundanties van de Ceratopogonidae in de verzuurde systemen vergeleken met die van het Grootmeer.

De Oligochaeta vertonen vooral in het Groot Huisven en het Staalbergven een hogere relatieve abundantie dan het Grootmeer. Dit is in tegenspraak met Raddum (1980). Deze auteur vond in de niet verzuurde wateren 3 à 4 keer zoveel Oligochaeta als in de verzuurde wateren.

De Acarina vertonen in het Galgeven en het Groot Huisven een lagere relatieve abundantie dan in het Grootmeer. Het Staalbergven daarentegen heeft een hogere relatieve abundantie dan het Grootmeer. Eriksson et al. (1980) vermelden voor deze diergroep dat ze verminderd aanwezig is in verzuurde wateren. In het Staalbergven is dit dus niet het geval.

Polycelis tenuis is de enige Plathelminthes soort die waargenomen is en dan nog alleen berustend op 1 waarneming in het Galgeven. Vanhemelrijk (1985) vond een pH-minimum van 3,6-3,8 (Het Galgeven heeft een gemiddelde pH van 3,3) voor deze soort.

De soortensamenstelling is anders in de zure vennen als in het Grootmeer en de diversiteit van de macrofauna in het watercompartiment is in de zure vennen lager. Vanhemelrijk (1985) vond eveneens een afname van de diversiteit en een verandering in de soortensamenstelling bij verzuring van zwakgebufferde aquatische oecosystemen.

De relatieve abundanties van de carnivoren en detritivoren zijn hoger in het watercompartiment van de drie verzuurde systemen, terwijl herbivoren/detritivoren in abundantie lager of afwezig zijn in deze systemen. De relatieve abundanties van de omnivoren en herbivoren zijn in de zure wateren niet opvallend verschillend van die in het Grootmeer. De relatieve abundanties

van de herbivoren zijn in alle vier de vennen zeer laag. Vanhemelrijk (1985) vond voor wateren met een pH lager dan 5 eveneens een hogere relatieve abundantie voor carnivoren, maar ook een hogere relatieve abundantie voor omnivoren vergeleken met niet verzuurde wateren. De herbivoren/detritivoren zijn ook door deze onderzoeker in verzuurde systemen minder waargenomen dan in niet verzuurde systemen. De herbivoren werden bijna niet meer waargenomen in de verzuurde wateren.

In het niet verzuurde Grootmeer werden meer verschillende voedingswijzespecialisten waargenomen dan in de verzuurde systemen. Vanhemelrijk meldt hierover dat bij verzuring vooral bepaalde specialisten in voedingswijze werden gereduceerd of zelfs verdwenen. Het waren vooral die specialisten die zich voeden met plantaardig materiaal (vooral algen die op planten en stenen groeien) en/of zich voeden met bepaalde (fijne) detritus.

Macrofauna in de bodem.

Ondanks een zo objectief mogelijke manier van verzamelen en uitzoeken van de bodemfauna is deze monstermethode aan beperkingen gebonden. Op verschillende handelingen kan kritiek uitgeoefend worden. In paragraaf 3.7.4. is reeds vermeld dat het minimumareaal een compromis is tussen het ideale monsteroppervlak en de beschikbare uitzoektijd. Gezien het totale en gemiddelde aantal soorten (bijlage 10 en 11) lijkt het gekozen oppervlak groot genoeg te zijn. Wat het gemiddelde aantal individuen per monster betreft zijn er enkele locaties die niet aan de eisen voldoen (bijlage 12). Op sommige locaties zijn op 27-02-1984 slechts enkele exemplaren gevangen. Het aantal soorten per monster blijft dan laag en suggereert daardoor een klein minimumareaal, dat echter door de kleine aantallen minder betrouwbaar is.

Bij het bemonsteren van de minerale en de organische bodems is gebruik gemaakt van een steekbuis, terwijl de middenbodems bemonsterd zijn met een Ekman-bodemhapper. Tussen deze twee monstermethodes zijn enkele funktionele verschillen op te merken:

- De diepte van bemonstering in het sediment is verschillend. Met behulp van een steekbuis wordt een groot deel hiervan meegenomen, terwijl met een bodemhapper vrijwel uitsluitend de bovenste organische laag wordt bemonsterd.
- Het steekbuismonster heeft een constant volume.
- Het met een steekbuis bemonsterde oppervlak is klein, zodat de vangkans van snelle dieren kleiner wordt.
- Bij bemonstering met behulp van een bodemhapper is niet te zien of de monsternamen goed verloopt.

Daar de verschillende locaties in de vier wateren op identieke wijze bemonsterd zijn, mogen deze onderling vergeleken worden. Bij een vergelijking van steekbuis- en bodemhapper-monsters moet de nodige voorzichtigheid in acht worden genomen.

De bodemonsters zijn tot het uitzoeken maximaal 11 dagen bewaard in een koelcel bij 4^o C. De vitaliteit van de fauna leek aan het einde van de uitzoekperiode niet minder dan in het begin.

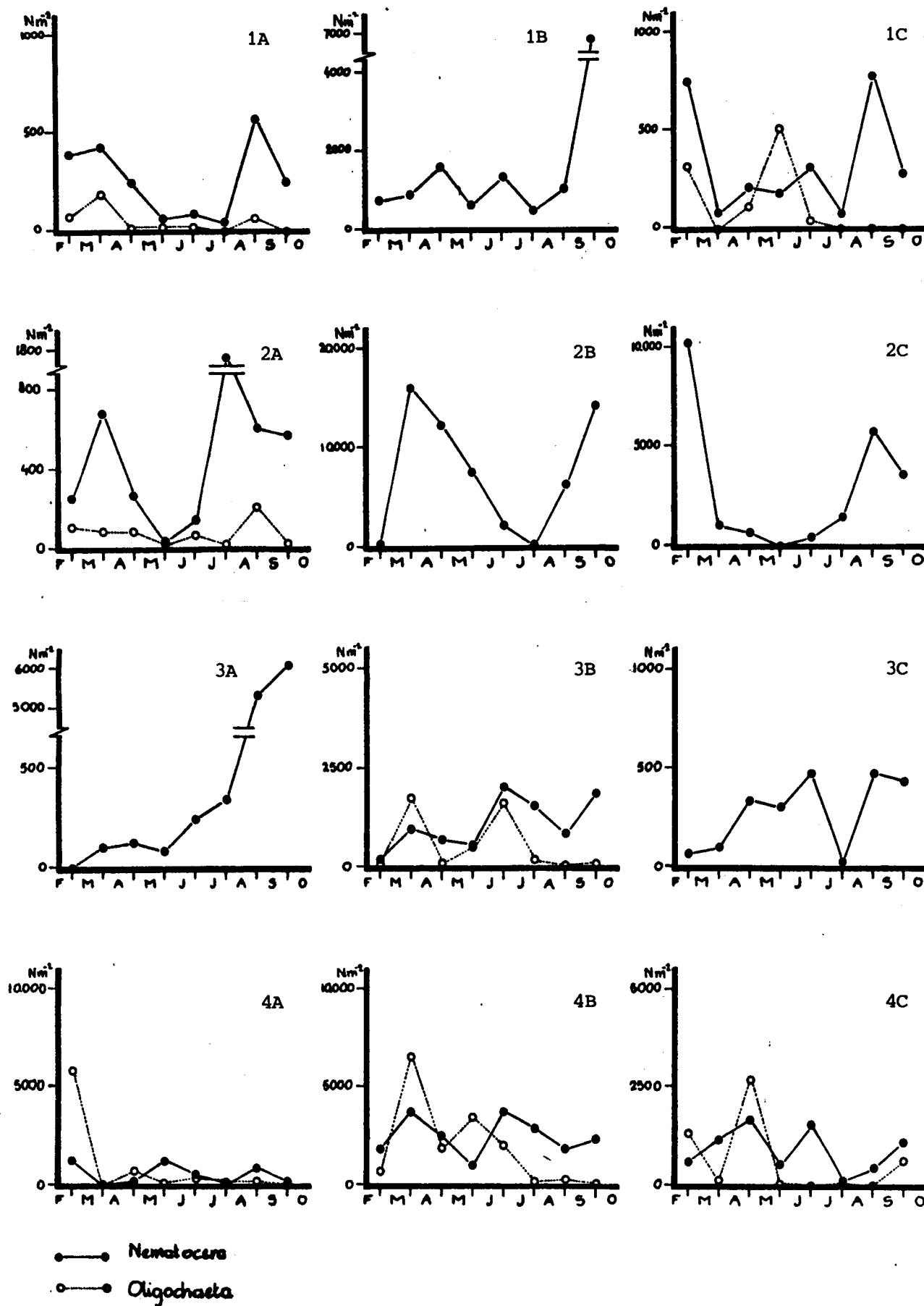
Het is niet uitgesloten dat wormvormige macrofauna met een diameter kleiner dan 0,5 mm verloren is gegaan tijdens het uitzeven.

Er bestaat een kans dat niet of minder mobiele soorten ondergewaardeerd worden, daar ze minder opvallen tijdens het uitzoeken. In de organische

bodems, die door het vele grof organisch materiaal slecht uitspoelen, is de kans op onderwaardering van minder mobiele fauna groter dan in de minerale bodems, waar vrijwel alleen macrofauna in de zeef achterblijft.

Het aantal individuen in de bodem van de systemen fluctueert sterk. Deze fluctuaties blijken voornamelijk een gevolg te zijn van het verloop van de aantallen Nematocera en/of Oligochaeta. In figuur 45 zijn de totale aantallen van deze groepen per monsterdatum uitgezet, indien ze procentueel een groot deel van de totale fauna innemen. Hieruit komt naar voren, dat het verloop van het totaal aantal individuen in de meeste locaties vrijwel uitsluitend bepaald wordt door het aantal Nematocera, met name door de Chironomidae. In de verzuurde systemen is het absolute aandeel van de Oligochaeta in de bodem lager dan in het niet verzuurde Grootmeer. Ook Raddum (1980) en Wiederholm & Eriksson (1977) constateerden een afname van de hoeveelheid Oligochaeta in verzuurde Noorse meren. Leuven en Schuurkes (1984) vermelden een lichte afname in dichtheid van bodemfauna in zowel minerale, organische als middenbodems. Bij experimentele verzuring van een beek (Hall et al., 1980) bleek het aantal individuen ook af te nemen. Dit beeld komt uit dit onderzoek niet naar voren. Hierbij moet echter vermeld worden dat er in het Groot Huisven en in het Grootmeer een vispopulatie aanwezig is, die door predatie de macrofaunapopulatie sterk kan reduceren (Merla & Müller, 1970; Raddum, 1980). In het Groot Huisven wordt alleen de hondsvij, *Umbra pygmaea*, aangetroffen. Leuven et al. (1984c) tonen aan dat het menu van deze vis naast microfauna ook bestaat uit macrofauna. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor het grote aantal individuen en de grote biomassa in het visloze Staalbergven. Bij een vergelijking van de twee visloze wateren wordt bij een lagere pH een kleiner aantal individuen geconstateerd. Dit zelfde wordt ook waargenomen bij een vergelijking van de twee vennen met vispopulatie.

In de bodem lijkt de relatieve abundantie van de Trichoptera groter te zijn bij afnemende pH. In de middenbodems is ook absoluut gezien het aantal Trichoptera duidelijk groter bij een lage pH. Ephemeroptera worden bij een lage bodem-pH niet meer waargenomen. Het verdwijnen van Ephemeroptera bij toenemende verzuring is in het watercompartiment (Hendrey et al., 1976) en ook in o.a. litterbags (Otto & Svensson, 1983) eerder aangetoond. Uit de literatuur komen enkele soorten naar voren die sterk zuurtolerant zijn, zoals *Leptophlebia vespertina* (Buskens, 1983; Engblom & Lingdell, 1983; Leuven et al., 1984a). Dit zijn echter geen benthische soorten en worden dan ook niet in de bodemonsters



Figuur 45. Totaal aantal Nematocera en Oligochaeta per monsterdatum .

1= Galgeven; 2= Staalbergven; 3= Groot Huisven; 4= Grootmeer.

A= minerale bodem; B= middenbodem; C= organische bodem.

aangetroffen. Er zijn in het Grootmeer drie soorten Ephemeroptera gevonden die allen tot het geslacht *Caenis* behoren. Engblom en Lingdell (1983) beschrijven voor het geslacht *Caenis* een minimum-pH van $\pm 5,7$.

In de verzuurde vennen is het aantal soorten chironomiden kleiner dan in het zwak gebufferde ven. Bij een vergelijking van de chironomiden-samenstelling in de vier bemonsterde systemen blijkt, dat slechts twee taxa (namelijk *Endochironomus albipennis* en *Lymnophyes spec.*) wel in de zure systemen aangetroffen zijn en niet in het Grootmeer voorkomen. De afwezigheid van deze taxa in het Grootmeer is waarschijnlijk geen direct gevolg van de pH. Vanhemelrijk (1985) vond *Endochironomus albipennis* in een pH-traject van 4,2 tot 10,4. Bijlmakers (1983) geeft aan dat deze soort voornamelijk in vegetatiemonsters aanwezig is. Volgens Moller Pillot en Krebs (1981) is *Lymnophyes spec.* karakteristiek voor langdurig geïnundeerde oeverzones met dichte vegetaties.

Uitgaande van de hierboven beschreven discussie dat het Galgeven, het Staalbergven en het Groot Huisven verzuurd zijn, zou men kunnen stellen dat bij verzuring alleen de triviale en een aantal zuurminnende soorten overblijven. Een typisch taxon voor het Grootmeer is *Cryptocladopelma gr. lateralis*. Deze bodembewoner komt voor in laag alkaliene, voedselrijke, stilstaande wateren van goede kwaliteit (Klink, 1983; Buskens, 1983).

Een aantal taxa zijn in alle vier de systemen aangetroffen, maar lijken in de verzuurde vennen in dominantie toe te nemen, bijvoorbeeld *Pseudochironomus prasinatus* en *Psectrocladius platypus*. *Pseudochironomus prasinatus* kan in het najaar in de verzuurde systemen grote dichtheden (tot ± 8800 exemplaren per vierkante meter in de middenbodem van het Staalbergven op 01-10-1984) en als dominante soort (tot ± 90 % van het totaal aantal exemplaren in de minerale bodem van het Groot Huisven op 03-09-1984). Volgens Raddum en Saether (1981) is deze soort karakteristiek voor zure en/of voedselarme wateren. Buskens (1983) noemt *Psectrocladius platypus* ook een karakteristieke soort voor de zure wateren.

Uit recentelijk palaeolimnologisch onderzoek in het Groot Huisven van Klink (pers. med.) blijkt dat de chironomiden-samenstelling in het verleden typische vertegenwoordigers van zwak gebufferde wateren bevatte. Aan de hand van deze data blijkt ook dat het Groot Huisven een verzuurd systeem is.

In het relatief ongestoorde Grootmeer is het aantal soorten Oligochaeta groter dan in de drie verzuurde systemen. In het Grootmeer komen drie soorten voor, die in de verzuurde vennen niet worden waargenomen, *Aulodrilus plurisetus*, *Dero obtusa* en *Ophidonais serpentina*. *D. obtusa* en *A. plurisetus* komen in redelijke aantallen voor, terwijl *O. serpentina* slechts één maal

werd waargenomen. In het Staalbergven is *Stylodrilus heringianus* één maal aangetroffen. *S. heringianus* is een karakteristieke soort voor een zandig, onproductief habitat en blijkt geen organische vervuiling te kunnen verdragen (Brinkhurst, 1971).

Opvallend is het schaarse voorkomen van de Trichoptera in de bodem van het Grootmeer. Mogelijk is de goede visstand van dit water een reden voor deze kleine aantallen. Er zijn in het Grootmeer slechts enkele exemplaren van twee species gevonden, *Mystacides longicornis* en *Oecetis ochracea*. *M. longicornis* komt niet in de drie verzuurde vennen voor. Vanhemelrijk (1985) trof deze soort alleen in wateren aan met een pH van 5,3 tot 9,4. *Oecetis ochracea* wordt in de drie verzuurde systemen in redelijke hoeveelheden waargenomen. De in de drie verzuurde wateren veel voorkomende soort *Cyrmus flavidus* wordt door Mossberg en Nyberg (1979), samen met *Holocentropus dubius*, als meest zuur-tolerante soort omschreven. *C. flavidus* wordt door Vanhemelrijk (1985) veel aangetroffen in zure systemen, maar wordt niet gevonden in de zwakgebufferde, geëutrofiëerde wateren. *Ecnomus tenellus* is een tweede, veel voorkomende soort in de drie verzuurde vennen. Ook deze soort wordt door Vanhemelrijk (1985) wel in de zure systemen gevonden en niet in de geëutrofiëerde.

Er zijn in dit onderzoek slechts weinig Odonata gevangen. Mogelijk is het kleine monsteroppervlak hiervan een oorzaak. Voor een beschrijving van een speciaal op libellen gericht onderzoek in deze vier systemen wordt verwezen naar Verbeek en Krekels (1985). Alleen *Enallagma cyathigerum* werd in redelijke hoeveelheden in de twee meest zure vennen aangetroffen. Ook Vanhemelrijk (1985) trof deze soort meer frequent in zure wateren aan. De libel *Libellula quadrimaculata*, die enkele malen in het Galgeven werd waargenomen, komt veel voor in zure of verstoorde wateren. Deze soort wordt door Vanhemelrijk (1985) niet gevonden in relatief ongestoorde, matig voedselrijke wateren of geëutrofiëerde wateren. Volgens Geijskens en van Tol (1983) komt *L. quadrimaculata* wel in eutroof water voor, maar kan in oligotroof water zeer talrijk zijn.

Vissen.

Gedurende 1983/1984 zijn in het Galgeven en Staalbergven geen vissen waargenomen, terwijl in het Groot Huisven alleen de Oostamerikaanse hondsvij *Umbra pygmaea* is gevangen. Leuven et al. (1984c) vermelden dat de Oostamerikaanse hondsvij onder extreme omstandigheden kunnen voorkomen. Deze soort kan overleven in zuurstofarme en/of koolzuurrijke, tijdelijk droogvallende, ionenarme en extreem zure milieus. Deze vissoort kan een pH van 3,1 tolereren. In het Grootmeer zijn 7 vissoorten waargenomen. In het verleden kwamen naar alle waarschijnlijkheid wel vissen in het Galgeven en Staalbergven voor. Het verdwijnen van vissen in een aquatisch oecosysteem is het gevolg van verzuring van het milieu.

Amphibieën.

In het Grootmeer zijn nog goed ontwikkelde amphibieën populaties waargenomen, in tegenstelling tot de drie verzuurde systemen. Christiaans (1983), Leuven et al. (1984b), Heijligers (1985) en Roelofs (1983) beschrijven dat in een zuur milieu een hoge mortaliteit van amphibieën eieren en larven optreedt. Vooral de hoge H^+ -concentraties en de verhoogde concentraties van (zware) metalen blijken hiervoor verantwoordelijk te zijn. De eilegels raken beschimmeld, wat een gereduceerde voortplanting tot gevolg heeft. Het beschimmelingspercentage is afhankelijk van de zuurgraad.

Vogels.

In de vier vennen is slechts een globaal onderzoek verricht op de aanwezigheid van watervogels. Vogels die zich in de oevervegetatie schuilden, konden niet waargenomen worden en éénmalige waarnemingen konden berusten op toevalligheden. Een intensiever onderzoek is dus vereist. Het verdwijnen van vissen in een aquatisch oecosysteem heeft ondermeer als gevolg dat visetende vogels in dit oecosysteem zich niet weten te handhaven.

Macrofyten.

Verdwenen zacht water-soorten uit groep 1 (soorten die niet voorkomen in wateren met een pH lager dan 4,2), die oorspronkelijk in het ven voorkwamen, maar op een bepaald tijdstip niet meer werden waargenomen, kunnen het tijdstip aangeven wanneer het ven verzuurd is. De gegevens van deze macrofyten zijn niet meer dan een indicatie, want voor een juiste bepaling van het tijdstip van verzuring zullen ook historische gegevens van fysisch-chemische parameters (Kersten, 1985b) en microflora & microfauna (van Dam & Kooyman-Blokland, 1978) bekeken moeten worden. Tevens kan het huidige onderzoek van het sediment in de vennen een belangrijke bijdrage leveren.

De drie verzuurde vennen kenden vroeger een goed ontwikkeld Isoët-Lobeliëtuim, in tegenstelling tot het Grootmeer. De isoëtiden *Isoëtes lacustris*, *Littorella uniflora* en *Lobelia dortmanna* hebben zich nog lang in het Galgeven kunnen handhaven door het feit dat *Juncus bulbosus* niet tot volledige dominantie komt vanwege het zeer kalkarme sediment. *Isoëtes lacustris* en *Littorella uniflora* zijn nu nog waargenomen in het Staalbergven, ook ondermeer vanwege het niet tot volledige dominantie komen van *Juncus bulbosus*. De wateren waarin *Juncus bulbosus* domineert worden gekenmerkt door een pH lager dan 4 en een sterk verhoogde CO₂ en NH₄⁺ concentratie (Leuven & Schuurkes, 1984). Isoëtiden daarentegen prefereren zwakgebufferde wateren met zeer lage kooldioxide-, stikstof- en fosforconcentraties. Het sediment is ook kalkarm.

Oecofysiologische experimenten en kweekexperimenten (Roelofs & Schuurkes, 1983; Roelofs et al., 1984; Schuurkes & Roelofs, 1984) hebben aangetoond dat vooral de veranderingen in de koolzuur- en stikstofhuishouding, veroorzaakt door verzuring, verantwoordelijk zijn voor de waargenomen vegetatie-ontwikkeling. Een verdergaande verzuring van bodem en water boven een kalkloos sediment leidt tot het verdwijnen van alle ondergedoken waterplanten door een gebrek aan kooldioxide. In het Groot Huisven treedt reeds een afname in abundantie op voor *Juncus bulbosus* door verdergaande verzuring.

6.CONCLUSIES

- Uit historisch onderzoek betreffende waterkwaliteit, vis- , plankton- en macrofyten-samenstelling blijkt dat het Galgeven, Staalbergven en het Groot Huisven recentelijk verzuurd zijn. Het Grootmeer is niet verzuurd vanwege de inlaat van kalkhoudend water. Het zwak gebufferd karakter en de karakteristieke flora en fauna van dit ven kunnen bij de huidige depositie alleen gehandhaafd blijven door continuering van deze water-inlaat.
- In de verzuurde vennen is een duidelijke verarming van de flora en fauna opgetreden.
- In het Grootmeer is calcium het dominante kation, terwijl in de verzuurde systemen natrium domineert. Het aandeel van ammonium en aluminium is in de ionbalans van het water van de verzuurde vennen groter dan in het Grootmeer. Wat betreft de anionen is in het Grootmeer bicarbonaat dominant. In het Staalbergven en het Groot Huisven zijn chloride en sulfaat co-dominant, terwijl in het sterk verzuurde Galgeven sulfaat domineert.
- De totale som van anionen en kationen van het watercompartiment is in de verzuurde vennen lager dan in het niet verzuurde Grootmeer.
- De concentraties van (zware) metalen in het watercompartiment zijn in de verzuurde vennen absoluut en relatief gezien hoger dan in het Grootmeer.
- Als gevolg van verzuring treden grote veranderingen op in de stikstofhuishouding van het water. Ammonium is in de verzuurde vennen de belangrijkste stikstofbron. In het Staalbergven en het Groot Huisven daalt de ammonium-concentratie in de zomer sterk. In het Staalbergven is dit het gevolg van de nitrificatie. De nitraat/nitriet-concentratie neemt hierdoor in de zomer toe. De afname van de ammonium-concentratie in het Groot Huisven gaat niet gepaard met een toename van de nitraat/nitriet-concentratie. De daling van de ammonium-concentratie in het Groot Huisven kan veroorzaakt worden door opname van ammonium door fytoplankton en macrofyten en/of nitrificatie. De ammonium-concentratie en nitraat/nitriet-concentratie in het Grootmeer zijn het hele jaar door vrij laag en relatief constant.
- Bij een vergelijking van de fysisch-chemische samenstelling van bodem-

extracten van het Grootmeer met de extracten van de drie verzuurde systemen blijkt dat dit systeem een significante hogere bodem-pH, alkaliniteit, magnesium- en calcium-concentratie heeft.

- De bodemtypen van het Grootmeer hebben een significant hoger TIC-gehalte dan de bodems van de verzuurde vennen.
- In verzuurde systemen neemt de diversiteit af. Bij het zoöplankton werd een afname in het aantal taxa van Cladocera en Rotifera en bij het fytoplankton een afname in het aantal taxa van Cyanophyta, Diatomeae, Chlorococcales en Desmidiaceae waargenomen.
- In verzuurde systemen treedt er bij het zoöplankton een lichte verschuiving in het soortenspectrum op in de richting van acidobionte soorten als *Acantholeberis curvirostris*, *Bosmina longispina* en *Keratella serrulata*. Bij het fytoplankton zijn geen typische kensoorten voor zuur water aangetroffen. Wel zijn er een aantal soorten die zich beter in zuur water ontwikkelen (*Glenodinium-Gymnodinium spec.* en draadwieren).
- In een verzuurd systeem kan een massale ontwikkeling van enkele fytoplankters optreden, zoals *Dinobryon divergens* en *Glenodinium-Gymnodinium spec.*
- De diversiteit van Cladocera en Rotifera is tussen waterplanten met drijfbladeren groter dan in het open water.
- De zoöplanktonsamenstelling van een water verandert minder sterk in de loop van het jaar dan de fytoplanktonsamenstelling.
- In totaal herbergt het Grootmeer het grootste aantal soorten in vergelijking met de drie verzuurde systemen.
- De Ceratopogonidae, Oligochaeta en Collembola vertonen in het watercompartiment van de verzuurde vennen een hogere relatieve abundantie dan in het Grootmeer.
- De Mollusca, Hirudinea en de Ephemeroptera worden in de bodem en in het water van de verzuurde wateren niet of zelden waargenomen.
- In de onderzochte vennen zijn bij alle macrofaunagroepen in het watercompartiment sterke seizoensfluctuaties waargenomen.
- In het watercompartiment van de verzuurde systemen zijn vooral de predatoren(=carnivoren) dominant.
- Op basis van de jaargemiddelden blijken de Chironomidae in de bodem, qua aantal en biomassa van de macrofauna, de hoogste relatieve abundantie te vertonen.

- In elk systeem vormen de Chironominae qua aantallen de belangrijkste subfamilie van de Chironomidae.
- In verzuurde systemen is het relatieve en absolute aandeel van de Oligochaeta in de bodem lager dan in het niet verzuurde.
- In de bodem vormen de collectors vrijwel steeds de belangrijkste voedselgroep van de macrofauna.
- In het Galgeven en het Staalbergven, beiden met een pH kleiner dan 4, komt geen vis meer voor. In het Groot Huisven wordt alleen nog de zuurtolerante soort *Umbra pygmaea* (hondsvis) aangetroffen.
- In een verzuurd milieu treedt er een hoge mortaliteit op van amfibieën-eieren door beschimmelingsgevolge van de hoge H^+ -concentratie en de verhoogde concentratie van (zware) metalen.
- In de twee verzuurde vennen waarin geen vis meer werd waargenomen, zijn zelden visetende vogels waargenomen.
- In de verzuurde wateren zijn grote veranderingen opgetreden in de waterplantensamenstelling. De oorspronkelijke vegetatie van deze vennen, welke karakteristiek is voor een zwak gebufferd water, is grotendeels verdwenen.

7. SUMMARY

During 1984 hydrobiological research has been performed in four poorly buffered moorland pools in the province of Noord-Brabant (The Netherlands). Aquatic biota and several physico-chemical properties of the water and bottom compartments have been examined. The selected waters varied in pH, alkalinity and trophic level due to local differences in hydrology, buffering capacity of soil and water, acidifying deposition and eutrophication. The Galgeven, Staalbergven and Groot Huisven appeared to be acid whereas the Grootmeer was alkaline.

Before 1950 the submerged vegetation of the acid pools was characterized by species belonging to the phytosociological alliance Littorellion and was mainly dominated by isoetids. These macrophytes are characteristic of oligotrophic waters with circumneutral pH. Comparison of historical data with ones on recent macrophyte communities, diatom spectra, fish assemblages and physico-chemical parameters have shown that these pools have been recently acidified. The Grootmeer received buffered inlet water and consequently still has a relatively high pH.

The investigated pools showed remarkable differences in biological and abiotical properties. In the alkaline Grootmeer calcium and bicarbonate were the dominant cation and anion respectively. In the acidified waters sodium was the dominant cation and sulfate and/or chloride were the most important anions. The ionic contents of the acidified waters were lower than in the Grootmeer, whereas the aluminium- and cadmium concentrations in the acid waters were high. The four investigated pools showed remarkable differences in the nitrogen budgets. The watery extracts of the sediment of the Grootmeer showed a significantly higher pH, alkalinity, magnesium- and calcium concentration than the acidified waters. The total inorganic carbon content in the soil of the Grootmeer was significantly higher too.

The macrophyte communities, microflora, microfauna, macrofauna, amphibians and fish fauna of the four water bodies differed in species composition, diversity and relative abundance of the species. In the acidified waters the flora and fauna appeared to be impoverished, whereas a few ubiquitous and acid tolerant species had become dominant. Particularly the diversity of Cyanophyta, Diatomeae, Chlorococcales, Desmidiaceae, Gladiolaceae, Rotifera, Mollusca, Hirudinea and Ephemeroptera has been reduced in the acidified waters.

8. DANKWOORD

Tot slot willen we een woord van dank richten aan die mensen die een bijdrage geleverd hebben aan dit onderzoek. Dr. H.K.M. Moller Pillot, Ir. P.F.M. Verdonschot, Drs. G. v.d. Velde, Prof. J. Kuiper, J. Vanhemelrijk, R. Krekels en P. Verbeek worden bedankt voor het controleren van de door ons gedetermineerde macrofauna. De studenten J. de Bie, M. Maenen en J. Vanhemelrijk hebben ons bijgestaan bij de verwerking van de gegevens. De uitvoering van het chemisch-analytisch werk werd mede verricht door M. Brouwers en L. Meuffels.

De medewerkers en de studenten van de afdeling Aquatische Oecologie onder leiding van Prof. C. den Hartog zorgden voor een prettige werksfeer. De vereiste vergunningen werden verleend door de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten, Het Brabants Landschap en de gemeente Vessem. Het onderzoek werd gedeeltelijk gefinancierd door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directoraat-Generaal voor de Milieuhygiëne, afdeling lucht (Project LB 131).

Verder willen we nog Dhr. Pouwels bedanken voor het veilige vervoer naar onze vier monsterlocaties en Mvr. J.C.M. v.d. Hurk-Arts voor het maken en herstellen van de schepnetten.

9. LITERATUUR

- Anonymous, 1923. Nog eens: Oisterwijk. *Amoeba*, 2: 11-12.
- Beije, H.M., 1976. Vennen op Kampina en hun beheer. Verslag no. 316, Vakgroep Natuurbeheer, Landbouwhogeschool Wageningen.
- Bergmans, J., 1926. Schoon Oisterwijk. Oisterwijk, 128 pp.
- Bergmans, J. 1928. De flora van het Oisterwijkse vennenlandschap. *Natura*, 27: 104-111.
- Bie, J.E.G.M. de & Maenen, M.M.J., 1984. Een onderzoek naar de effecten van zure neerslag op microflora en -fauna in zwak gebufferde wateren op kalkarme zandgronden. Verslag no. 178, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen. 179 pp.
- Bijlmakers, L., 1983. De verspreiding en oecologie van Chironomidenlarven (Chironomidae: Diptera) in twee vennen in de omgeving van Oisterwijk (N.Br.). Verslag no. 176, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 118 pp.
- Birge, E.A., 1922. A second report on limnological apparatus. *Trans. Wis. Acad. Sci. Arts. Lett.*, 20: 533-552.
- Bloemendaal, F. & Schuurkes, 1982. Een onderzoek naar de verspreiding van waterplanten in relatie tot het abiotische milieu, met name in matig- en hoog-alkaliene wateren. Verslag no. 136, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 59 pp.
- Brinkhurst, R.O., 1971. A Guide for the Identification of British Oligochaeta. F.B.A., Scient. Publ. No. 22: 45.
- Bronnen, J.M.J., Timmerman, P.J.A. & Tönissen, C., 1977. Vegetatiekundige kartering van Midden-Brabant. Intern rapport K.U., Nijmegen/ De Dorschkamp, Wageningen/ Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, 141 pp.
- Buskens, R., 1983. De macrofauna, in het bijzonder de Chironomiden, en de vegetatie van een vijftigtal geeutrofiëerde, zure of laag alkaliene, stilstaande wateren op Nederlandse zandgronden. Verslag no. 159, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 90 pp.
- Campbell, F.R. & Thomas, R.L., 1970. Automated method for determining and removing silica interference in determination of soluble phosphorus. *Environmental Science & Technology*, 4.
- Chang, W.Y.B. & Rossmann, R., 1982. The influence of phytoplankton composition on the relative effectiveness of grinding and sonification for chlorophyll extraction. *Hydrobiologia*, 88: 245-249.
- Christiaans, M.M.C., 1983. De invloed van zure depositie op een aantal soorten amfibieën in Nederland. Verslag no. 165, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 69 pp.
- Coesel, P.F.M., Kwakkestein, R. & Verschoor, A., 1978. Oligotrophication and eutrophication tendencies in some Dutch moorland pools, as reflected in their desmid flora. *Hydrobiologia*, 61: 21-31.
- Cools, J. & Cools, T., 1980. De flora van Midden-Brabant e.o. 1970-1980. Rapport no. 20-809-24, Staatsbosbeheer, Dienstvak Natuurbehoud, Tilburg, 88 pp.
- Cummins, K.W., 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Ann. Rev. Entomol.*, 18: 183-206.
- Dam, H. van & Kooyman-van Blokland, H., 1978. Man-made changes in some dutch moorland pools, as reflected by historical and re-

- cent data about diatoms and macrophytes. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 63: 587-607.
- Dam, H. van, Suurmond, G. & ter Braak, C.J.F., 1980. Impact of acid precipitation on diatoms and chemistry of Dutch moorland pools. In: *Proc. Int. conf. ecol. impact acid precip.* Drabl s D. & Tollan A. (Eds.) Norway 1980, SNSF-project, p. 298-299.
- Dam, H. van, Suurmond, G. & ter Braak, C.J.F., 1981. Impact of acid precipitation on diatoms and chemistry of Dutch moorland pools. *Hydrobiologia*, 83: 425-459.
- Dam, H. van, 1983. Vennen in midden-Brabant. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum, 198 pp.
- Dederen, L., Drossaert, B., Kaufholz, M. & Schueler, J., 1982. Een onderzoek naar de differentiatie van macro-evertebraten in door Nymphaeiden gedomineerde systemen met een kritische beschouwing van de daar mee samenhangende minimum-areaalbepalingen. Verslag no. 173, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen: 2-45.
- Deinum, D., 1936. De Brabantse vennen. *De Wandelaar*, 8: 308-313.
- Diepen, D. van, 1968. De bodem van Noord-Brabant. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 164 pp.
- Donselaar, J. van, 1957. Excursierapport Grootmeer en Kleinmeer SOL-rapport.
- Drabl s, D. & Tollan, A. (Eds.), 1980. Ecological impact of acid precipitation. *Proc. Int. conf. ecol. impact acid precip.*, Sandefjord, Norway 1980, SNSF-project, 383 pp.
- Drossaert, B., 1984. Trofische relaties van zoetwater macro-evertebraten. Scriptie no. 44, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 37 pp.
- Eeken, R., 1985. Effecten van verzurende depositie op de bodemkwaliteit en -fauna van aquatische systemen. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen. (In prep.).
- Engblom, E. & Lingdell, P.E., 1983. Bottenfaunans anv ndbarhet som pH-indikator. Naturvardsverket Rapport SNV PM 1741, Statens Naturvardsverk Biblioteket, Solna, 181 pp.
- Eriksson, M.O.G., 1984. Acidification of lakes: Effects on waterbirds in Sweden. *Ambio*, 13: 260-262.
- Ferguson, G.A., 1976. *Statistical Analysis in Psychology & Education*. McGraw-Hill, Tokyo, 529 pp.
- Galan, L. de, 1969. *Analytische spectrometrie*. Agon Elsevier, Amsterdam/Brussel, 208 pp.
- Geelen, J.F.M., 1969. Vergelijkend planktononderzoek in twee Hatertse vennen. Dissertatie K.U., Nijmegen, Thoben Offset, Nijmegen, 112 pp.
- Geelen, J.F.M. & Leuven, R.S.E.W., 1985. Impact of acidification on phytoplankton and zooplankton communities. *Experientia* (accepted).
- Geijskens, D.C. & van Tol, J., 1983. De libellen van Nederland. KNNV, Thieme & Cie, Zutphen, 368 pp.
- Glas, P., 1957. Vennen Campina en Oisterwijk. SOL-rapport, 53 pp.
- Glas, P., 1959. Excursierapport Galgeven en Keelven. SOL-rapport, 4 pp.
- Glas, P. & Peters, J.H., 1959. Excursierapport Grote Huisven of Landmetersven op Campina. SOL-rapport, 6 pp.
- Grasshoff, K. & Johannsen, H., 1977. A new sensitive method for the determination of ammonia in sea water. *Water Research*, 2:

- 516.
- Griendt, N. van de, 1933. De plantengroei van de Oisterwijkse vennen in verband met de theoriën over haar ontstaan. Uittreksel in het Desmidiaceënenarchief van Prof. Dr. J. Heimans, in bezit van Dr. P.F.M. Coesel, Hugo de Vries Laboratorium, Amsterdam.
- Hall, R.J., Likens, G.E., Fiance, S.B. & Hendrey, G.R., 1980. Experimental acidification of a stream in the Hubbard brook experimental forest, New Hampshire. *Ecology*, 61: 976-989.
- Hendrey, G.R., Baalsrud, K., Traaen, T.S., Laake, M. & Raddum, G., 1976. Acid precipitation: Some hydrobiological changes. *Ambio*, 5: 224-227.
- Hermans, J.C.H.M., 1984. Effecten van water- en bodemverzuring op aquatische macro-evertebraten. Scriptie no. 43, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 72 pp.
- Heum, J.L. van, 1919. Rapport van een excursie van Groningse biologen naar Oisterwijk. Archief Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Heusden, G.H.P. & Meijer, W., 1949. Rapport betreffende een chemisch-botanisch onderzoek van vennen en veenplassen. Intern rapport Hugo de Vries Laboratorium/ Gemeentewaterleidingen, Amsterdam, 55 pp. + bijlagen.
- Heijligers, W., 1985. Effecten van waterverzuring en (zware) metalen op de ontwikkeling van eieren en larven van amfibieën. Verslag no. 181, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 62 pp.
- Hirschfeld, W., 1923. Om Oisterwijk. De Levende Natuur, 28: 186-187.
- Hoelzle & Chelius, 1980. Instruments and reagents for water analysis. Fabrikshandleiding voor filterfotometer model 20.
- Hofman, K. & Janssen, M., 1985. Ongepubliceerde data.
- Hutchinson, G.E., 1957. A Treatise on Limnology. Vol. I Geography, Physics, and Chemistry. J. Wiley, New York, 1015 pp.
- Johnson, R.E., 1982. Acid rain/fisheries. Proc. Int. Symp. Acidic Rain and Fishery, American Fisheries Soc. Bethesda, M.D. (USA), 364 pp.
- Kamphake, L.J., Hannah, S.A. & Cohen, J.M., 1967. Automated Analyses for Nitrate by Hydrazine Reduction. *Water Research*, 1: 206.
- Kersten, H.L.M., 1985a. Effecten van zure, zwavel- en stikstofhoudende neerslag op de waterkwaliteit van zwakgebufferde voedselarme aquatische oecosystemen. Verslag no. 182, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 116 pp.
- Kersten, H.L.M., 1985b. Fysisch-chemische gegevens vanaf 1900 van zwak gebufferde wateren. Scriptie no. 58, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 278 pp.
- Kessel, J. van, 1983. Onderzoek Kempische vennen. Het Grootmeer. Rapport, 39 pp. + bijlagen.
- Kessel, J. van, 1984. Onderzoek Kempische vennen. Rapport no. 82022, Plantenwerkgroep "De Kempen", 16 pp.
- Klink, A., 1983. Een oriënterend palaeolimnologisch onderzoek aan de sedimenten van het Groot Huisven (N.Br.). Rapport Hydrobiologisch Adviesburo Klink, Wageningen, 5 pp.
- Koster, F., 1942. Natuurmonumenten van Nederland II. Scheltema & Holkema, Amsterdam, 211 pp.
- Kwakkestein, R., 1977. Onderzoek naar de Desmidiaceënenflora van de

- vennen in het gebied rond Oisterwijk. I De vennen in het westelijk gedeelte. Intern rapport no.38, Hugo de Vries Laboratorium, Amsterdam, 122 pp. + figuren.
- Leentvaar, P., 1961. Waarnemingen over de hydrobiologische toestand van het drassige terrein westelijk van het Winkelsven in 1958 en 1961. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, Archief.
- Leuven, R.S.E.W., 1981. Een oriëntering op kwalitatieve en kwantitatieve methodieken bij macrofauna onderzoek, met speciale aandacht voor het nymphaeide systeem. Verslag no. 128, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 138 pp.
- Leuven, R.S.E.W., 1984. Ongepubliceerde data.
- Leuven, R.S.E.W. & Schuurkes, J.A.A.R., 1984. Effecten van zure, stikstof- en zwavelhoudende neerslag op zwak gebufferde en voedselarme wateren. Interimrapport projecten LB 130 en LB 131, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 131 pp.
- Leuven, R.S.E.W., den Hartog, C., Geelen, J.F.M. & Brock, Th.C.M., 1984a. Effecten van zure neerslag op de waterkwaliteit, flora en fauna van zwak gebufferde wateren in Nederland. In: Zure regen: Oorzaken, effecten en beleid. (Red. E.H. Adema & J. van Ham). Proc. Symp. 's Hertogenbosch. Pudoc, Wageningen, p. 141-146.
- Leuven, R.S.E.W., den Hartog, C., Christiaans, M.M.C. & Oyen, F.G.F., 1984b. Effects of acid precipitation on amphibians and fish. In: Zure regen: Oorzaken, effecten en beleid. Proc. Symp. 's Hertogenbosch, 1983. (Red. E.H. Adema & J. van Ham). Pudoc Wageningen, p. 184-186.
- Leuven, R.S.E.W., Oyen, F.G.F. & Geelen, J.F.M., 1984c. De Oost-Amerikaanse hondsviis. *Natura*, 9: 271-275.
- Lorië, J., 1918. De vennen van Oisterwijk in Noord-Brabant III. *Verh. Geol.-Mijnbouw. Genootsch.*, II: 281-292.
- Lüsling, H., 1976. *Mond. med. fide van Kessel* (1983).
- Merla, G. & Müller, W., 1970. Ein Versuch zur optimalen Nutzung der Nährtiere in Steckteichen nach dem Prinzip der Umtriebsweide. *Dtsch. Fischerei Ztg.*, 17: 132-139.
- Moller Pillot, H.K.M., 1957. SOL-rapport.
- Moller Pillot, H.K.M. & Krebs, B., 1981. Concept van een overzicht van de oekologie van Chironomidelarven in Nederland. 41 pp.
- Mossberg, P. & Nyberg, P., 1979. Bottom Fauna of Small Acid Forest lakes. Institute for Freshwater Research, Drottingholm, Sweden, Report 58: 77-87.
- Mörzer Bruyns, M.F. & Passchier, H., 1943. De vegetatie van het Grote Huisven bij Oisterwijk. *Wet. Med. Kon. Ned. Natuurhist. Ver.*, 1, 20 pp.
- Mörzer Bruyns, M.F., 1955. Excursierapport Grootmeer. SOL-rapport.
- Natuurwetenschappelijke Commissie, 1973. Archief Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie, 1944. Ongepubliceerde data. Archief Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- O'Brien, J., 1962. Automatic Analyses of Chlorides in Sewage. *Wastes Engineering*.
- Odum, E.P., 1971. Fundamentals of ecology. W.B. Saunders company, Philadelphia: 143-145.
- Otto, C. & Svensson, B.S., 1983. Properties of acid brown water

- streams in South Sweden. Arch. Hydrobiol., 99: 15-36.
- Overrein, L.N., Seip, H.M. & Tollan, A., 1981. Acid precipitation - effects on forest and fish. Final report of the SNSF-project 1972-1980. Oslo - As. 175 pp.
- Oyen, F.G.F., 1984. Effecten van waterverzuring op vispopulaties in zwak gebufferde wateren in Nederland. Verslag no. 175. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 242 pp.
- Piek, H., 1975. Verontreiniging Staalbergven Oisterwijk. Rapport Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, Amsterdam, 1 pp.
- Raddum, G.G., 1980. Comparison of benthic invertebrates in lakes with different acidity. In: Proc. Int. conf. ecol. impact acid precip. Drablås D., Tollan A. (Eds.) Norway 1980, SNSF-project, p. 330-331.
- Raddum, G.G., Hobaek, A., Lømsland, E.B. & Johannsen, T., 1980. Phytoplankton and zooplankton in acidified lakes in South Norway. In: Proc. Int. conf. ecol. impact acid precip. Drablås D. & Tollan A. (Eds.) Norway 1980, SNSF-project, p. 332-333.
- Raddum, G.G. & Saether, O.A., 1981. Chironomid communities in Norwegian lakes with different degrees of acidification. Verh. Internat. Verein. Limnol., 21: 399-405.
- Ramirez-Muñoz, J., 1968. Atomic-Absorption Spectroscopy and Analysis by Atomic-Absorption Flame Photometry. Elsevier Publishing Company, Amsterdam-London-New York, 493 pp.
- Roelofs, J.G.M., 1983a. Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters in The Netherlands. I. Field observations. Aquat. Bot., 17: 139-155.
- Roelofs, J.G.M., 1983b. Toenemende gevolgen van zure neerslag in Nederland. Natuur & Milieu, 85/5: 13-15.
- Roelofs, J.G.M., 1983c. An instrumental method for the estimation of organic carbon in seston, macrophytes and sediments. Aquat. Bot., 16: 391-397.
- Roelofs, J.G.M. & Schuurkes, J.A.A.R., 1983. Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters. Proc. Int. Symp. Aquat. Macrophytes, Nijmegen, p. 197-202.
- Roelofs, J.G.M., Schuurkes, J.A.A.R. & Smits, A.J.M., 1984a. Impact of acidification and eutrophication on macrophyte communities in soft waters. II Experimental studies. Aquat. Bot., 18: 389-411.
- Roelofs, J.G.M., Clasquin, L.G.M., Driessen, I.M.C. & Kempers, A.J., 1984b. De gevolgen van zwavel- en stikstofhoudende neerslag op de vegetatie in heide- en heidevenmilieus. In: Zure Regen: Oorzaken en Beleid. Eds. E.H. Adema & J. van Ham, Pudoc, Wageningen: 134-140.
- Schoof-van Pelt, M.M., 1973. Littorelletea. A study of the vegetation of some amphiphytic communities of western Europe. Dissertatie K.U., Nijmegen, 261 pp. + bijlagen.
- Schuurkes, J.A.A.R. & Roelofs, J.G.M., 1984. De invloed van waterverzuring en stikstofverrijking op waterplantengemeenschappen in zwak gebufferde wateren. In: Zure regen: Oorzaak, effecten en beleid. Proc. Symp. 's Hertogenbosch. (Red. E.H. Adema & J. van Ham). Pudoc, Wageningen, p. 177-179.
- Sissingh, G., 1941-1943. Ongepubliceerde vegetatie-opnamen in de provincies Noord-Brabant en Limburg.

- Sleen, W.G.N. van der, 1918. De vennen rond Oisterwijk. Geol. Mijnbouwk. Genootsch. Verslagen der Geol. Sectie, 2: 276-277.
- Sloff, J.G., 1928. De plantengroei van onze vennen. Natura, 27: 76-83.
- Sloff, J.G., 1942. Floristische vondsten te Oisterwijk. Natura, 41: 82-83.
- Staatsbosbeheer, 1972. Inventarisatie van de natuurgebieden in de gemeente Oisterwijk. Stencil, Tilburg, 7 pp.
- Stanley, G.H. & Richardson, G.R., 1970. The automation of the single reagent method for total phosphorus. Advances in automated analyses, Vol. II.
- Steenis, M. van, 1923. De omgeving van Oisterwijk. Amoeba, 2: 4-6.
- Swinkels, M., 1983. Groot en Kleinmeer, gemeente Vessem. Werkgroep Hydrobiologie, Tilburg, 7 pp.
- Thijssse, J.P., 1921. Het bloempje met de scheur. De Levende Natuur, 26: 341 e.v.
- Thijssse, J.P., 1927. In Oisterwijk. De Levende Natuur, 32:69-72.
- Thijssse, J.P., 1937. Oisterwijk. De Levende Natuur, 41: 166-172.
- Tombe, F.A. des, 1911. Verslag der van 17 tot 21 juli gehouden excursie in de omstreken van Tilburg en der daaraan verbonden vergadering. Nederlands Kruidkundig Archief, 21: 44-62.
- Vangenechten, J.H.D., van Puymbroeck, S., Vanderborght, O.L.J., Bosmans, F. & Deckers, H., 1981a. Physico-chemistry of surface waters in the Campine area of Belgium, with special reference to acid moorland pools. Arch. Hydrobiol., 90: 369-396.
- Vangenechten, J.H.D., Bosmans, F. & Deckers, H., 1981b. Effects of short-term changes in rain water supply on the ionic composition of acid moorland pools in the Campine of Antwerp (Belgium). Hydrobiologia, 76: 149-159.
- Vanhemelrijk, J., 1985. Een onderzoek naar de effecten van verzurende depositie op de macrofauna in zwak gebufferde wateren op kalkarme zandgronden. Verslag no. 186, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, 200 pp.
- Veer, J. van der, 1954. Excursieverslag Galgeven en omgeving op 14 december 1954. SOL-rapport, 3 pp.
- Veer, J. van der, 1955. Verspreiding en bescherming van het geslacht Isoëtes in Nederland. Staatsbosbeheer, Utrecht, 19 pp.
- Veer, J. van der, 1956. Biesvarens in Nederland. De Levende Natuur, 59: 221-225.
- Velden, J.A. van der, Leuven, R.S.E.W. & Roelofs, J.G.M., 1984. Ongepubliceerde vegetatie-opnamen van het Grootmeer.
- Velden, J.A. van der & Verbeek, P.J.M., 1984. Streeplijst Grootmeer.
- Verbeek, P.J.M. & Krekels, R.F.M., 1985. Effecten van verzuring op libellenlarvenpopulaties. Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U., Nijmegen, in prep.
- Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 1960. Kampina. Archief Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Verschoor, A., 1977. Onderzoek naar de Desmidiaceëenflora van de vennen in het gebied rond Oisterwijk. 2: De vennen in het oostelijk gedeelte. Intern rapport Hugo de Vries laboratorium, Amsterdam, 143 pp.
- Voo, E.E. van der, 1957. Galgeven. SOL-rapport, 3 pp.

- Waterleidinglaboratorium Zuid. Onderzoek zwemwater "Grootmeer" te Vessem.
- Westhoff, V. & van Dijk, J., 1951. Rapport inzake het Voorste Goorven en het Witven bij Oisterwijk; Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, Amsterdam, 4 pp.
- Westhoff, V. & van der Voo, E.E., 1958. Gegevens betreffende Grote Huisven fide Glas & Peters (1959).
- Westhoff, V., Bakker, P.A., van Leeuwen, C.G., van der Voo, E.E. & Zonneveld, I.S., 1973. Wilde planten, Flora en vegetatie in onze natuurgebieden. 3: De hoge zandgronden. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 359 pp.
- Wiederholm, T. & Eriksson, L., 1977. Benthos of an acid lake. *Oikos*, 29: 261-267.

Aanvullingen:

- Eriksson, M.O.G., Henrikson, L., Nilsson, B.J., Nyman, G., Oscarson, H.G. & Stenson, A.E., 1980. Predator-prey relations, important for the biotic changes in acidified lakes. *Ambio* 9: 248-249.
- Nieser, N., 1982. De Nederlandse water- en oppervlaktewantsen (Heteroptera: Nepomorpha en Gerromorpha). *Wet. Med. K.N.N.V. No. 155*.
- Nilssen, J.P., 1980. Acidification of a small watershed in southern Norway and some characteristics of acidic aquatic environments. *Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol.* 65: 177-207.
- Nilssen, J.P., Østdahl, T. & Potts, W.T.W., 1983. The reason of species replacement in acidified lakes: physiology, predation and competition. *Abstr. Pap. Presented 22nd Congr. Int. Assoc. Limnol., Lyon 1983, Aug.* : 21-28.
- Sawyer, R.T., 1974. Leeches (Annelida: Hirudinea). In: Hart & Fuller (Eds.), *Pollution ecology of freshwater evertebrates*. Academic Press, New York, pp. 41-182.

De pH-waarden zijn die van de bodem-extracten. Alkaliniteit, aciditeit, anionen en kationen zijn gegeven in aantal milliequivalenten per liter bodemwater, de redox-potentiaal in aantal milli-Volts, het organisch stof-gehalte in aantal gram per gram droge bodem, het anorganisch koolstof-gehalte in micromol per gram verse bodem, de Cadmium-concentratie in nanomol per liter bodemwater. Alle andere parameters zijn gegeven in micromol per liter bodemwater.

Bijlage 1

Overzicht van de fysische en chemische parameters van de bodem, uitgezet per locatie en datum.

A. Galgeven, mineraal

param	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	SE
pH	3.70	4.65	4.65	3.95	4.95	5.00	5.10	5.20	4.65	0.55
alk	0.00	0.00	2.07	0.00	0.00	1.88	1.80	1.15	0.86	0.96
acid	3.8	3.4	1.0	5.0	36.2	3.7	0.0	3.9	7.1	11.9
NH4	166	216	53	149	185	126	92	4	124	71
NOx	123	1	13	0	1	31	179	1	44	69
DIN	289	217	69	127	188	157	271	5	165	97
DON	123	356	319	246	50	155	98	725	559	217
totN	411	596	383	372	234	311	369	730	426	160
P04	76	47	24	104	16	41	18	10	42	33
DOP	0	96	96	0	32	0	5	6	30	43
totP	68	143	33	51	48	46	23	21	54	39
S04	2208	990	540	526	508	959	0	30	720	702
Cl	2183	1663	1000	1464	458	306	30	303	926	776
K	951	240	378	246	346	156	358	335	376	244
Na	0	1455	770	526	478	331	0	0	445	499
Mn	8.3	0.1	0.0	0.0	0.1	6.2	21.0	0.2	4.5	7.4
Si	88	28	92	64	12	63	11	21	47	33
Mg	406	191	375	196	184	246	595	278	309	143
Ca	276	5	250	148	234	612	10	1113	344	363
Al	6449	618	1200	439	1789	1594	1309	390	1724	1980
Cd	434	128	90	1731	85	5	54	0	316	588
Fe	327	49	113	62	161	49	16	23	100	104
anion	6949	3785	4236	2827	1525	4256	2067	1547	3399	1822
kation	23916	4644	6850	7077	7767	7495	5816	4425	8499	6354
redox	+89	+337	+201	+235	-116	+354	+34	+120	+157	158
TIC	0.02	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.02	0.01
org	0.53	0.66	0.58	0.60	0.75	0.38	0.23	0.31	0.50	0.18
vocht%	18.8	21.5	20.4	21.0	22.3	16.6	17.1	18.3	19.5	2.1

B. Galgeven, midden

param	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	SE
pH	4.35	5.30	4.80	4.15	5.70	5.40	5.85	5.50	4.13	0.63
alk	0.00	0.00	2.15	0.00	0.22	0.17	0.71	0.37	0.45	0.73
acid	1.8	0.9	0.0	3.6	18.8	0.9	0.9	7.2	4.3	6.3
NH4	270	227	227	354	233	378	323	238	281	62
NOx	4	0	4	0	30	17	5	9	9	10
DIN	274	225	232	349	262	395	310	248	287	60
DON	163	161	97	89	196	219	621	395	242	180
totN	437	392	327	437	458	619	931	642	530	194
P04	21	10	24	7	32	55	20	12	22	15
DOP	12	5	0	3	1	0	11	14	6	6
totP	33	15	12	10	33	39	31	27	25	11
S04	472	386	359	569	874	1074	300	197	529	301
Cl	447	346	319	468	494	646	550	276	443	125
K	146	132	122	168	126	196	157	101	144	30
Na	60	203	339	371	432	348	173	84	251	140
Mn	0.2	0.1	1.8	0.0	1.8	1.4	0.0	0.0	0.6	0.8
Si	26	7	12	8	39	44	36	22	24	14
Mg	108	122	160	186	67	53	130	125	119	44
Ca	77	92	160	203	5	65	10	167	97	73
Al	532	242	463	213	841	415	416	401	440	194
Cd	141	47	72	274	33	28	1	30	78	90
Fe	41	19	29	87	50	42	31	27	41	21
anion	1456	1148	3261	1627	2593	3143	1928	1089	2031	865
kation	2954	1882	2987	3136	3787	2725	2393	2416	2785	574
redox	-180	-199	-304	-142	-375	-205	-224	-256	-236	74
TIC	0.22	0.19	0.24	0.31	0.13	0.31	0.02	0.17	0.20	0.10
org	3.59	2.73	6.98	2.88	3.29	3.57	3.61	6.19	4.10	1.58
vocht%	74.7	61.3	66.8	81.8	64.6	83.9	61.2	63.6	69.7	9.2

C. Gelgeven, organisch

D. Staalbergven, mineraal

param	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	SE
pH	4.35	5.90	4.65	3.95	5.65	5.60	5.45	6.10	5.21	0.78
alk	0.17	0.46	3.65	0.00	0.41	0.75	0.82	1.00	0.91	1.16
acid	2.3	1.0	0.0	3.2	29.8	1.5	0.7	1.9	5.1	10.1
NH4	375	496	484	366	390	619	831	486	506	155
NOx	18	15	74	10	23	36	582	25	98	197
DIN	394	512	557	375	413	655	1412	511	604	340
DON	261	196	183	156	254	238	0	604	236	170
totN	653	714	741	531	666	893	1075	1115	799	209
PO4	26	22	37	18	31	53	5	23	27	14
DOP	0	0	0	0	0	0	35	21	7	14
totP	22	19	19	17	31	48	41	45	30	13
SO4	1596	799	1995	1167	1285	1697	641	512	1212	533
Cl	447	759	977	408	706	1184	2235	627	917	591
K	132	145	247	123	91	121	1044	218	265	319
Na	0	1074	672	40	637	1209	1203	120	619	516
Mn	1.0	0.1	0.0	0.0	1.9	1.3	0.0	0.0	0.5	0.7
Si	40	44	41	30	31	63	107	39	49	26
Mg	86	39	122	65	36	25	100	60	67	34
Ca	91	5	163	86	93	237	210	0	111	87
Al	449	190	310	243	319	476	561	265	352	129
Cd	92	85	73	247	35	0	37	21	74	77
Fe	114	15	82	130	93	26	181	45	86	56
anion	3909	2900	8806	2805	3804	5523	4938	2748	4429	2038
kation	2830	2750	3397	2546	2717	4209	6251	2030	3341	1340
redox	-93	-202	-182	+54	-280	-130	-100	-71	-126	100
TIC	0.20	0.53	0.38	0.27	0.05	0.27	0.03	0.43	0.27	0.18
org	0.30	3.38	3.43	5.26	4.86	2.96	5.57	2.83	3.57	1.70
vocht%	61.4	55.6	65.4	66.2	60.1	44.1	52.5	43.3	56.1	8.9

De pH-waarden zijn die van de bodem-extracten. Alkaliniteit, aciditeit, anionen en kationen zijn gegeven in aantal milliequivalenten per liter bodemwater, de redox-potentiaal in aantal milli-Volts, het organisch stof-gehalte in aantal gram per gram droge bodem, het anorganisch koolstof-gehalte in micromol per gram verse bodem, de Cadmium-concentratie in nanomol per liter bodemwater. Alle andere parameters zijn gegeven in micromol per liter bodemwater.

E. Staalbergven, midden

F. Staalbergven, organisch

param	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	SE
pH	4.30	5.45	4.50	3.95	5.20	5.10	4.20	5.30	4.25	0.58
alk	0.00	0.37	2.82	0.00	0.20	0.00	0.19	0.31	0.49	0.95
acid	2.3	1.9	0.0	3.5	1.4	2.3	1.1	1.7	1.8	1.0
NH4	115	139	79	63	111	268	200	223	150	73
NOx	25	8	28	9	14	26	181	10537	1353	3711
DIN	139	147	107	72	126	295	381	10754	1503	3739
DON	183	137	73	85	17	106	0	0	75	67
totN	323	291	179	157	142	399	253	4625	796	1550
PO4	2	5	4	5	5	10	5	27	8	8
DOP	22	3	0	2	2	3	21	83	17	28
totP	24	7	0	8	7	15	26	111	25	36
SO4	358	328	452	487	187	470	126	693	388	180
Cl	174	505	412	303	546	645	374	622	448	162
K	161	183	140	114	105	182	190	293	171	59
Na	60	823	707	487	703	885	0	663	541	337
Mn	0.2	0.8	5.7	10.6	11.0	8.0	2.7	3.5	5.3	4.2
Si	13	12	0	15	6	19	24	101	24	32
Mg	95	189	234	210	179	58	129	100	149	62
Ca	164	366	412	378	346	141	182	265	282	107
Al	1239	534	165	344	411	461	515	518	523	324
Cd	57	39	38	30	40	0	0	0	25	22
Fe	41	66	73	49	86	111	87	65	72	22
anion	920	1552	4176	1303	1146	1641	1014	12933	3086	4115
kation	4871	4118	2975	3222	3506	3443	2897	4007	3630	666
redox	+77	+81	+37	+79	-138	-185	-178	-139	-546	124
TIC	0.09	0.51	0.83	0.80	0.48	0.80	0.15	0.42	0.51	0.29
org	1.50	3.54	3.38	3.60	3.96	3.99	4.69	4.27	3.62	0.95
vocht%	52.5	74.5	78.5	71.9	79.0	75.0	61.8	81.5	69.3	16.1

param	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	SE
pH	4.60	6.10	5.35	4.65	6.35	5.40	5.05	6.00	5.44	0.66
alk	0.34	0.75	0.73	0.00	1.18	1.13	0.02	1.06	0.65	0.48
acid	1.4	0.1	0.7	2.2	0.8	0.4	0.4	1.3	0.9	0.7
NH4	190	335	449	418	452	366	345	869	428	197
NOx	26	1	17	0	29	28	103	306	64	103
DIN	216	336	466	396	481	396	448	1176	489	290
DON	297	316	202	307	274	249	0	129	222	109
totN	513	668	669	699	755	641	286	1305	692	288
PO4	2	20	15	22	19	3	12	8	13	8
DOP	0	0	0	0	0	2	52	24	10	19
totP	1	17	6	18	10	9	65	35	20	21
SO4	40	373	701	1077	425	403	382	412	477	301
Cl	0	333	661	178	375	363	0	407	290	222
K	511	169	416	175	190	184	275	357	285	130
Na	0	529	846	40	770	933	1711	763	699	543
Mn	5.3	0.1	0.0	1.9	0.1	1.9	3.6	4.0	2.1	2.0
Si	12	5	7	7	0	0	49	26	13	17
Mg	102	68	99	70	76	74	171	127	98	36
Ca	5	5	331	178	192	182	10	509	177	178
Al	746	765	364	623	2813	220	1335	560	928	830
Cd	150	90	118	340	103	5	1	0	101	113
Fe	36	51	59	70	188	3	78	105	74	55
anion	452	1885	2856	2398	2494	2338	925	2621	1996	862
kation	3608	3775	4047	3872	10974	2679	7065	5265	5161	2695
redox	+21	+33	-187	-20	-216	-127	-160	-125	-78	96
TIC	0.33	0.57	0.07	0.17	0.05	0.17	0.07	0.13	0.19	0.18
org	7.18	1.83	1.74	1.67	1.45	1.50	0.89	2.11	2.30	2.00
vocht%	30.4	31.0	31.2	29.8	27.4	28.3	30.1	40.9	31.1	4.2

De pH-waarden zijn die van de bodem-extracten. Alkaliniteit, aciditeit, anionen en kationen zijn gegeven in aantal milliequivalenten per liter bodemwater, de redox-potentiaal in aantal milli-Volts, het organisch stof-gehalte in aantal gram per gram droge bodem, het anorganisch koolstof-gehalte in micromol per gram bodem, de Cadmium-concentratie in nanomol per liter bodemwater. Alle andere parameters zijn gegeven in micromol per liter bodemwater.

H. Groot Huisven, midden

param	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	SE
pH	4.90	6.30	5.25	4.35	5.95	5.45	6.05	6.05	5.54	0.67
alk	0.94	0.64	2.73	0.00	0.44	0.68	0.99	0.69	0.89	0.81
acid	2.3	0.8	0.3	3.5	18.0	0.8	0.6	1.1	3.4	6.0
NH ₄	192	341	309	341	289	396	410	255	316	72
NO _x	24	5	14	12	13	30	25	14	17	8
DIN	217	346	323	353	303	426	435	269	334	74
DOM	261	181	117	94	118	225	241	103	167	68
totN	477	531	440	446	419	650	675	371	501	110
PO ₄	10	10	11	10	10	25	6	2	10	7
DOP	0	0	0	10	6	6	34	6	8	11
totP	1	4	9	20	16	32	40	8	16	14
SO ₄	355	181	572	714	559	942	385	290	500	248
Cl	0	282	399	342	509	516	306	90	306	184
K	160	144	136	137	98	163	125	92	132	26
Na	0	453	818	377	466	476	97	91	347	271
Mn	0.0	0.1	0.0	0.2	1.4	0.1	2.2	1.5	0.7	0.9
Si	30	12	25	28	11	32	37	19	24	10
Mg	95	86	80	89	77	143	138	97	101	26
Ca	5	76	133	72	69	129	148	130	95	48
Al	1228	127	333	217	281	234	276	221	365	354
Cd	390	39	25	135	4	0	25	35	82	132
Fe	159	65	170	183	212	225	378	129	190	91
anion	1708	1323	4319	1814	2114	3189	2104	1377	2244	1022
kation	5466	1895	3181	2621	2468	2865	2993	1962	2931	1122
redox	-63	-56	-58	-213	-301	-186	-237	-296	-176	104
TIC	0.06	0.19	0.26	0.12	0.31	0.12	0.06	0.37	0.19	0.12
org	1.43	2.94	3.80	3.42	3.63	3.19	5.91	3.25	3.45	1.23
vocht%	32.8	76.3	81.3	80.1	85.2	84.1	78.1	83.4	75.2	17.4

G. Groot Huisven, mineraal

param	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	SE
pH	4.15	5.60	4.95	4.30	6.05	5.35	5.50	5.80	5.21	0.69
alk	0.00	0.08	1.56	0.00	1.78	1.74	2.03	1.35	1.07	0.88
acid	2.1	0.1	0.0	6.7	80.0	1.7	3.1	1.8	11.9	27.6
NH ₄	303	291	209	212	432	173	405	178	275	101
NO _x	11	30	1	0	26	43	76	34	27	25
DIN	314	321	209	201	457	218	481	214	302	113
DOM	290	376	0	110	413	358	0	451	250	185
totN	604	725	194	305	865	571	163	660	511	259
PO ₄	19	9	8	63	40	25	2	5	21	21
DOP	5	0	0	0	0	0	5	13	3	5
totP	24	0	0	0	22	0	7	22	10	11
SO ₄	439	40	414	635	910	606	794	901	592	293
Cl	0	1156	374	0	430	0	30	0	249	408
K	202	147	96	151	110	144	303	262	177	73
Na	0	2054	207	0	450	308	503	436	495	659
Mn	4.1	0.1	0.0	3.1	2.3	11.4	0.0	11.0	4.0	4.7
Si	42	50	0	53	15	37	43	45	36	19
Mg	200	59	224	120	87	171	251	109	153	69
Ca	205	294	374	5	5	283	0	436	200	176
Al	239	116	112	715	431	172	251	392	304	203
Cd	71	155	167	428	4	0	0	103	149	149
Fe	52	30	29	120	248	88	122	462	144	147
anion	946	1373	2789	1459	4173	3065	3729	3198	2592	1189
kation	2522	4119	2445	4221	3037	2396	2883	4271	3224	814
redox	+38	+203	+71	+145	-155	+201	+63	+133	+87	116
TIC	0.03	0.03	0.08	0.03	0.03	0.03	0.06	0.00	0.04	0.02
org	0.56	0.30	0.42	0.38	0.91	0.30	0.84	0.89	0.57	0.27
vocht%	25.7	17.6	27.5	17.1	23.8	18.0	20.3	23.5	21.7	4.0

De pH-waarden zijn die van de bodem-extracten. Alkaliniteit, aciditeit, anionen en kationen zijn gegeven in aantal milliequivalenten per liter bodemwater, de redox-potentiaal in aantal milli-Volts, het organisch stof-gehalte in aantal gram per gram droge bodem, het anorganisch koolstof-gehalte in micromol per gram verse bodem, de Cadmium-concentratie in nanomol per liter bodemwater. Alle andere parameters zijn gegeven in micromol per liter bodemwater.

I. Groot Huisven, organisch

J. Grootmeer, mineraal

param	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	SE	param	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	SE
pH	4.30	5.75	4.90	4.20	5.90	5.15	5.25	6.00	5.18	0.69	pH	5.75	6.50	6.20	6.35	7.30	6.10	6.00	6.70	6.36	0.48
alk	0.21	1.28	2.51	0.00	1.49	0.38	0.89	1.86	1.08	0.87	alk	3.00	7.14	2.02	4.16	3.71	4.74	2.29	3.85	3.86	1.61
acid	2.0	0.8	0.3	4.9	55.8	3.4	1.5	2.2	8.9	19.0	acid	1.1	1.8	3.9	0.0	0.9	1.8	0.0	1.3	1.4	1.3
NH4	193	242	328	537	217	666	206	442	354	177	NH4	0	31	3	0	93	3	258	226	77	107
NOx	32	5	21	31	26	43	30	256	56	82	NOx	9	60	49	0	1	30	200	65	52	65
DIN	227	247	349	569	244	709	235	698	410	214	DIN	0	91	52	0	96	33	458	291	128	163
DON	202	162	133	329	171	401	82	440	240	132	DON	193	323	199	185	370	413	0	224	238	130
totN	427	414	481	896	415	1110	317	663	590	279	totN	172	444	252	138	461	446	296	515	340	145
PO4	5	8	15	39	10	42	1	3	16	16	PO4	13	42	29	36	18	13	15	20	23	11
DOP	1	3	0	0	0	0	14	33	6	12	DOP	4	0	0	0	5	13	92	45	20	33
totP	6	11	9	38	11	34	15	14	17	12	totP	17	30	8	26	23	33	107	72	39	33
SO4	883	489	987	2748	1075	2760	475	759	1272	939	SO4	374	40	528	560	0	40	324	665	316	262
Cl	120	449	609	1105	1025	1530	393	207	680	493	Cl	0	0	733	0	0	0	0	25	95	258
K	161	152	138	172	259	215	160	329	198	66	K	3	3	369	3	3	150	513	319	170	204
Na	165	629	697	378	1045	1130	145	0	524	422	Na	0	324	753	40	476	613	1137	635	497	377
Mn	3.3	0.9	0.8	0.0	0.0	0.1	2.3	0.0	0.9	1.3	Mn	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1
Si	19	35	22	73	24	83	28	42	41	24	Si	16	26	21	20	16	46	132	61	42	40
Mg	105	16	68	103	134	112	145	91	97	40	Mg	334	413	391	313	275	471	427	318	368	68
Ca	110	5	135	90	107	170	155	0	97	64	Ca	1173	2063	1954	1826	1146	2352	2853	2540	1988	608
Al	653	269	54	255	493	155	508	1021	426	312	Al	2469	2117	488	1718	2511	1766	1877	1207	1769	669
Cd	112	94	25	153	0	0	1	32	52	59	Cd	357	471	174	463	530	321	102	0	302	192
Fe	149	110	8	140	207	131	92	150	123	58	Fe	144	54	109	98	94	40	34	59	154	116
anion	2145	2734	5154	6750	4726	7598	2268	3855	4403	2040	anion	3797	7402	3950	5390	3766	4892	3188	5331	4715	1349
kation	3569	2422	1896	3180	3993	3639	2945	4550	3274	854	kation	11487	13003	7740	11209	12555	12957	14926	10897	11847	2100
redox	-46	-105	-227	-28	-249	-80	-135	-151	-128	80	redox	+15	+226	+100	+127	-36	-46	+41	+50	+60	90
TIC	0.15	0.04	0.06	0.15	0.07	0.15	0.00	0.28	0.11	0.09	TIC	0.56	0.21	0.31	0.19	0.07	0.19	0.09	0.21	0.23	0.15
org	3.61	3.83	6.40	8.67	5.24	4.96	7.77	2.63	5.39	2.10	org	0.58	0.69	0.92	1.05	0.52	0.75	0.63	0.55	0.71	0.19
vocht%	49.8	71.6	79.8	62.8	51.3	62.5	74.0	28.2	60.0	16.6	vocht%	30.9	17.3	20.9	19.6	22.4	17.3	17.9	16.0	20.3	4.8

De pH-waarden zijn die van de bodem-extracten. Alkaliniteit, acideiteit, anionen en kationen zijn gegeven in aantal milliequivalenten per liter bodemwater, de redox-potentiaal in aantal milli-Volts, het organisch stof-gehalte in aantal gram per gram droge bodem, het anorganisch koolstof-gehalte in micromol per gram verse bodem, de Cadmium-concentratie in nanomol per liter bodemwater. Alle andere parameters zijn gegeven in micromol per liter bodemwater.

K. Grootmeer, midden

param	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	SE
pH	6.00	6.65	6.85	5.50	7.15	6.15	6.00	6.90	6.40	0.57
alk	1.72	2.78	0.98	2.98	3.64	3.81	1.71	4.73	2.79	1.26
acid	0.2	0.4	2.1	0.9	0.4	1.0	0.0	3.6	1.1	1.2
NH4	82	147	220	273	206	210	519	307	245	130
NOx	24	6	23	0	14	24	19	9	15	9
DIN	107	154	243	271	220	235	538	316	260	130
DOM	174	180	164	110	168	243	56	0	137	77
totN	279	341	406	380	388	476	594	174	380	125
PO4	9	5	5	3	6	2	5	1	4	3
DOP	0	5	0	7	3	10	21	19	8	8
totP	4	10	5	10	9	14	24	21	12	7
SO4	1291	233	268	226	220	1170	321	484	527	444
Cl	93	193	911	98	341	565	218	101	315	289
K	159	147	230	189	173	238	170	1	163	73
Na	60	513	1615	412	701	1060	375	0	592	534
Mn	0.9	2.0	4.7	2.0	0.6	18.9	1.1	2.4	4.1	6.1
Si	56	51	117	105	107	179	289	243	143	86
Mg	344	271	319	299	273	406	235	30	272	111
Ca	1960	1260	1595	1586	1622	2636	10	273	1368	860
Al	516	116	137	206	239	115	113	273	214	137
Cd	194	87	122	53	49	39	101	27	84	55
Fe	146	54	109	98	94	40	34	59	79	39
anion	4448	3463	2468	3535	4447	6739	2603	5817	4190	1499
kation	7363	4710	7243	5991	6307	8805	3320	2878	5833	2070
redox	-279	-203	-283	-359	-310	-201	-206	-335	-271	62
TIC	0.65	1.35	0.60	1.28	0.79	1.28	0.20	1.19	0.92	0.42
org	4.81	2.76	2.83	4.52	4.76	8.46	3.32	3.35	4.35	1.86
vocht%	68.3	54.6	45.9	65.8	62.4	56.1	56.3	70.7	58.9	8.0

De pH-waarden zijn die van de bodem-extracten. Alkaliniteit, aciditeit, anionen en kationen zijn gegeven in aantal milliequivalenten per liter bodemwater, de redox-potentiaal in aantal milli-Volts, het organisch stof-gehalte in aantal gram per gram droge bodem, het anorgaanisch koolstof-gehalte in micromol per gram verse bodem, de Cadmium-concentratie in nanomol per liter bodemwater. Alle andere parameters zijn gegeven in micromol per liter bodemwater.

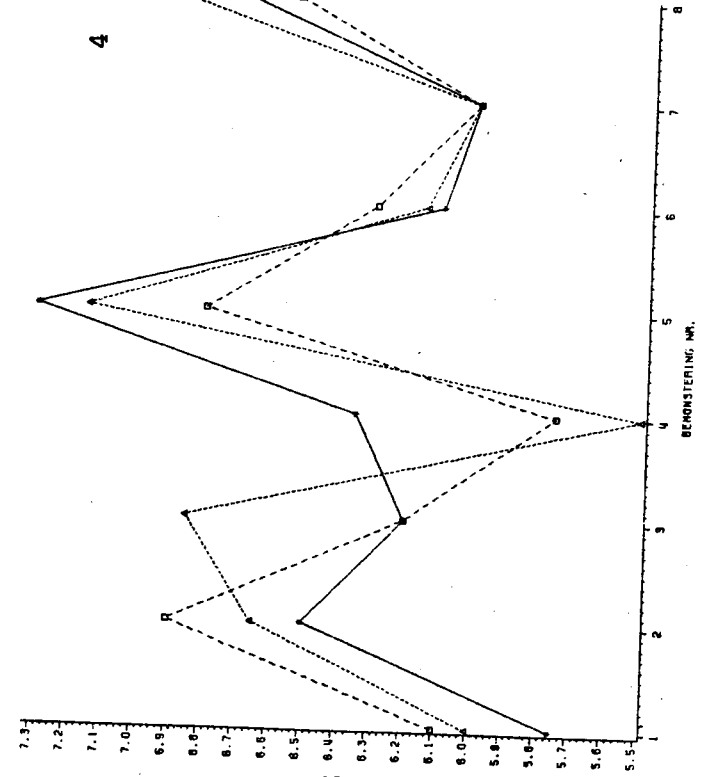
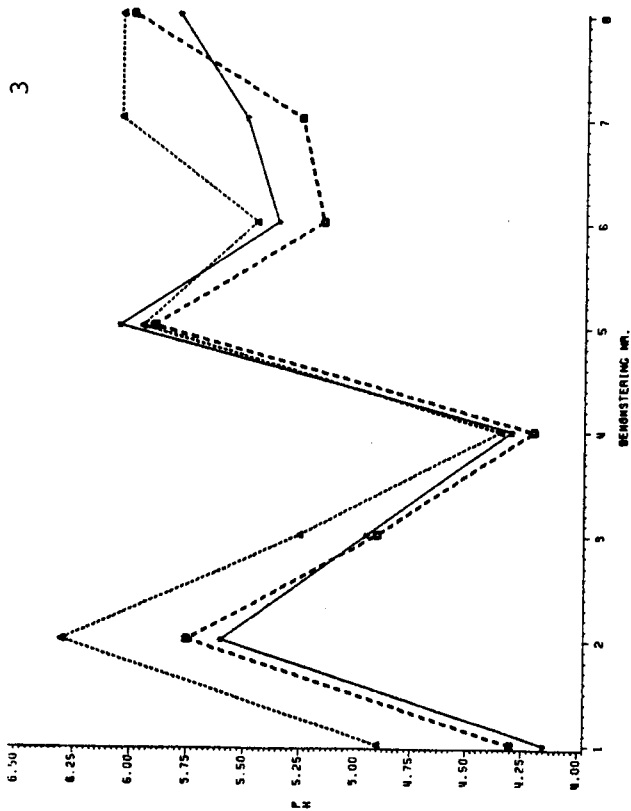
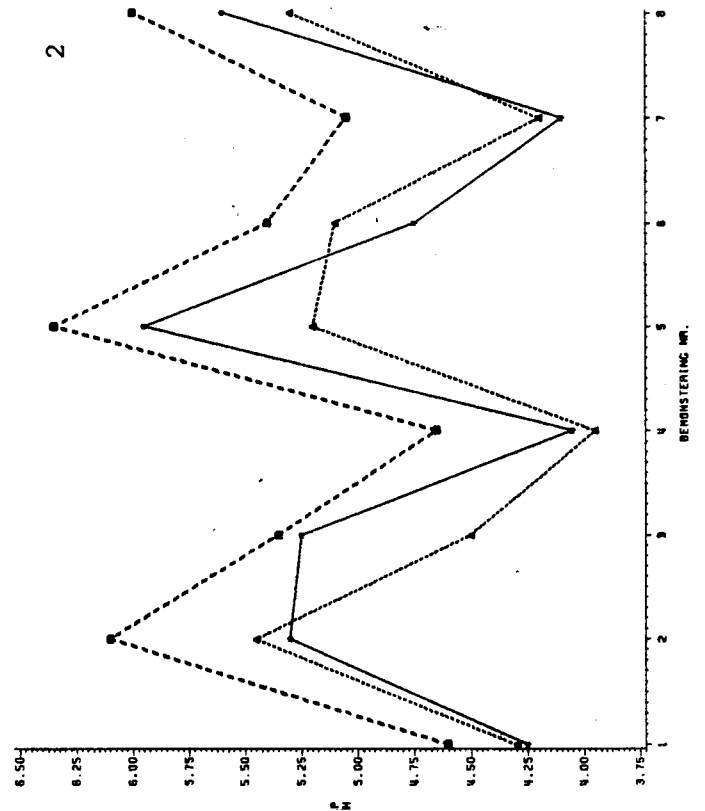
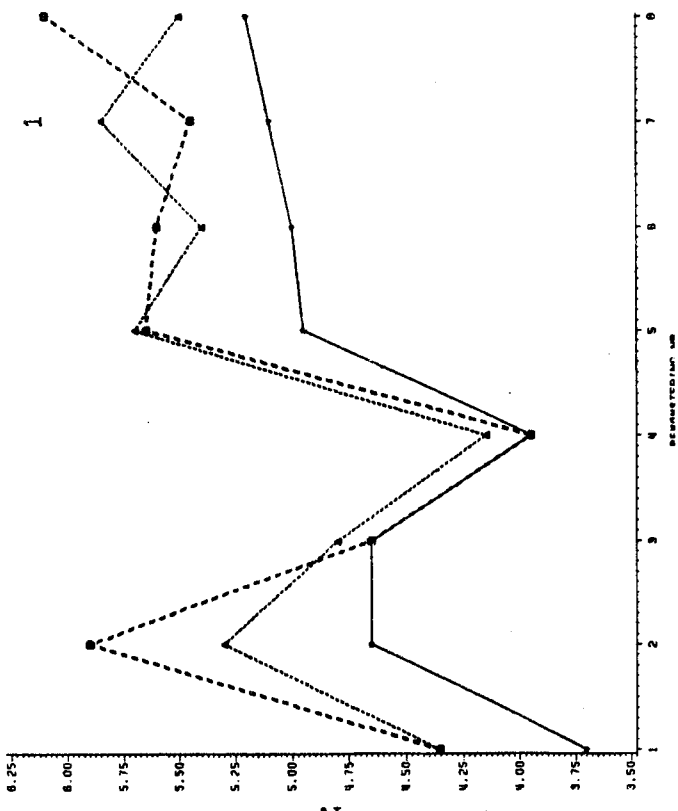
L. Grootmeer, organisch

param	1	2	3	4	5	6	7	8	gem.	SE
pH	6.10	6.90	6.20	5.75	6.80	6.30	6.00	6.55	6.32	0.40
alk	4.17	1.58	2.96	3.09	1.70	4.46	1.52	2.25	2.72	1.15
acid	2.0	0.4	3.7	1.9	0.8	1.6	0.2	0.8	1.4	1.2
NH4	4	175	334	119	299	335	96	266	203	123
NOx	29	1	42	14	16	32	10	1017	145	353
DIN	33	176	375	134	315	367	106	1293	348	398
DOM	257	308	149	67	253	270	0	0	163	126
totN	289	491	524	201	568	637	256	329	412	162
PO4	91	3	12	7	7	1	4	5	16	30
DOP	0	1	0	6	8	11	4	27	7	9
totP	1	4	7	13	16	16	8	33	12	10
SO4	419	190	866	298	255	356	321	533	405	213
Cl	0	301	1653	649	409	632	592	1433	709	560
K	382	78	726	389	207	397	151	283	326	200
Na	0	406	1053	684	940	1130	1124	1610	868	496
Mn	9.6	1.6	0.0	0.0	4.2	0.1	1.1	1.2	2.6	3.3
Si	118	24	48	58	81	194	123	174	102	61
Mg	379	136	413	284	226	443	19	151	256	150
Ca	1711	532	1653	1421	1335	2526	1321	1408	1488	552
Al	455	105	1612	542	390	697	730	201	592	466
Cd	504	94	148	278	168	62	84	36	172	154
Fe	686	35	228	155	139	105	67	88	188	210
anion	5308	2277	6427	4368	2653	5840	2774	5793	4429	1653
kation	8800	2668	12025	7330	6681	11002	7037	6832	7797	2889
redox	+19	-146	-5	-120	-250	-142	-32	-39	-89	91
TIC	0.43	0.94	0.73	0.73	0.50	0.73	0.25	1.12	0.68	0.28
org	1.56	1.82	1.75	2.97	3.80	1.82	5.44	0.49	2.46	1.56
vocht%	27.1	71.2	24.8	40.4	51.4	32.7	56.4	52.3	44.5	16.1

Bijlage 2 A

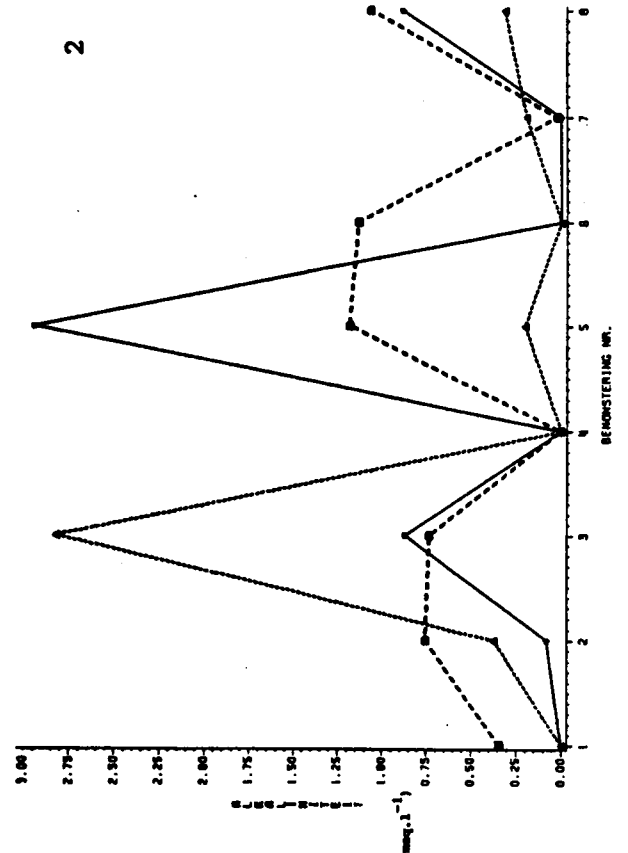
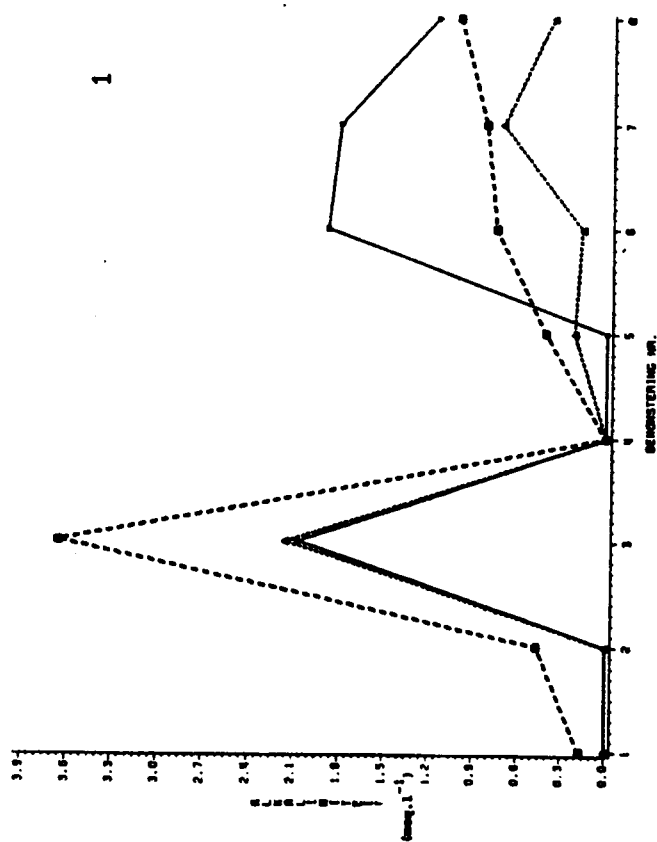
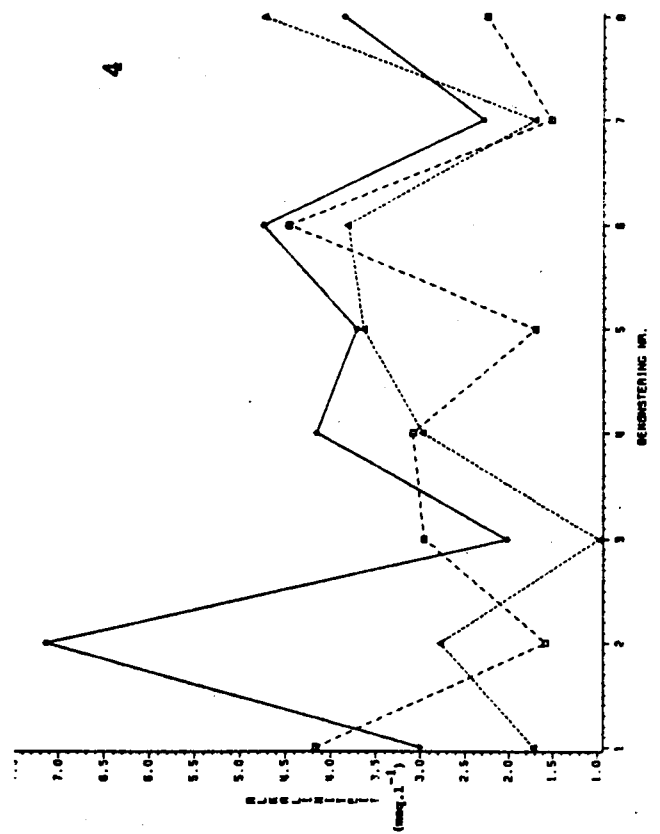
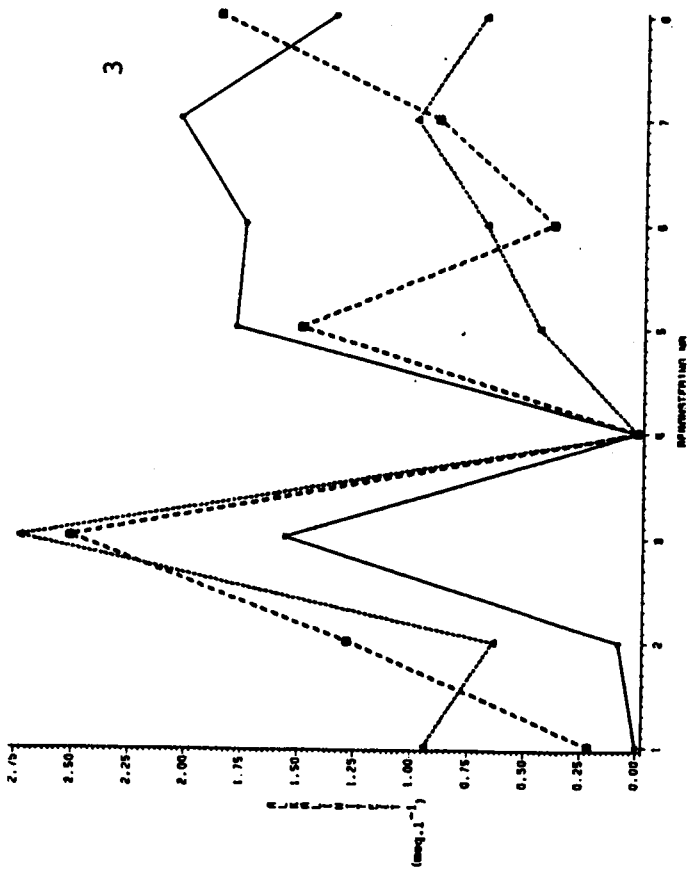
De pH van de bodemextracten van het Galgeven (1);
Staalbergven (2); Groot Huisven (3); Grootmeer (4).

MINERALE BODEM
MIDDEN BODEM
ORGANISCHE BODEM



Bijlage 2 B.

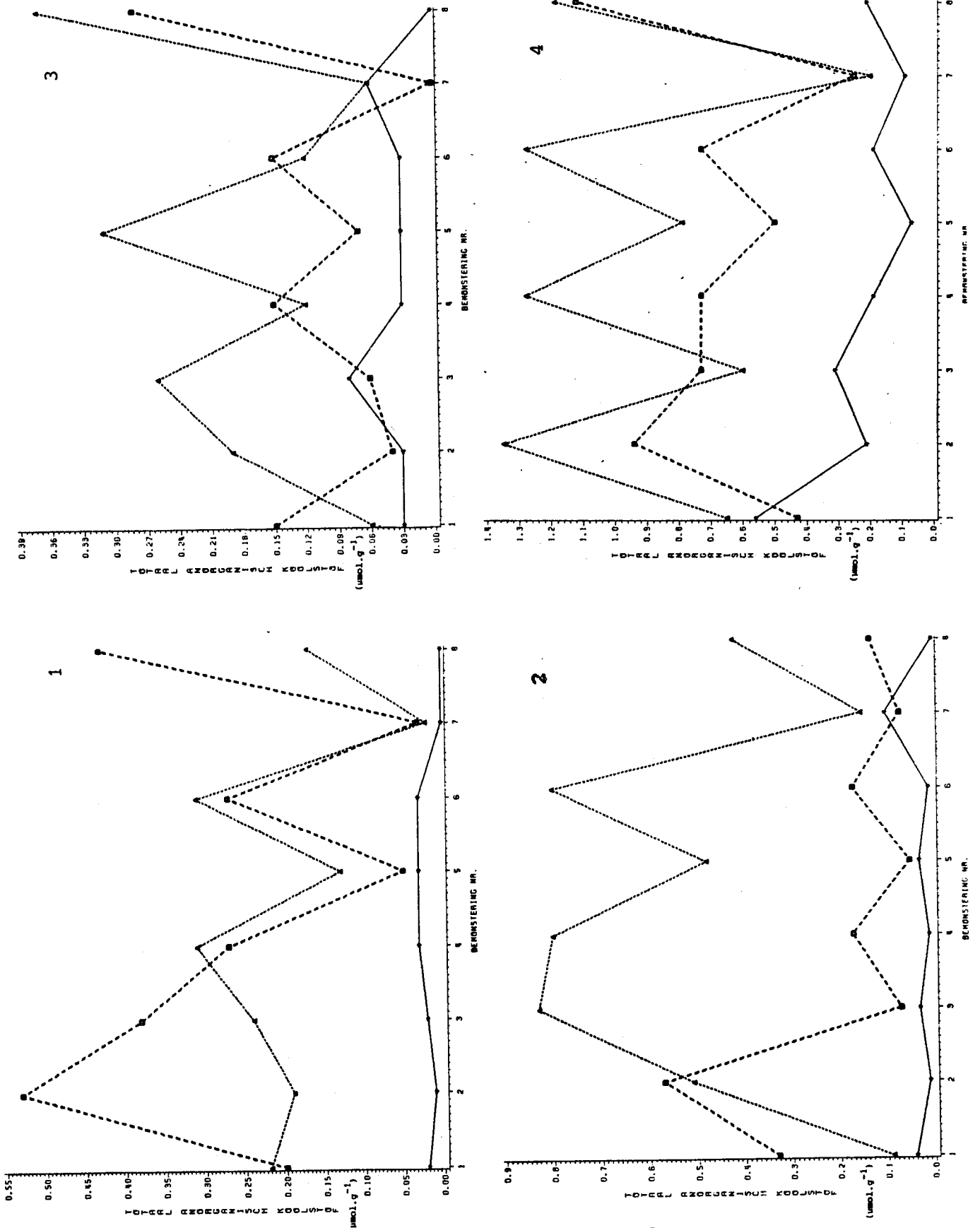
De alkaliniteit van de bodemextracten van het Galgeven (1);
Staalbergven (2); Groot Huisven (3) en Grootmeer (4).



Bijlage 2 C.

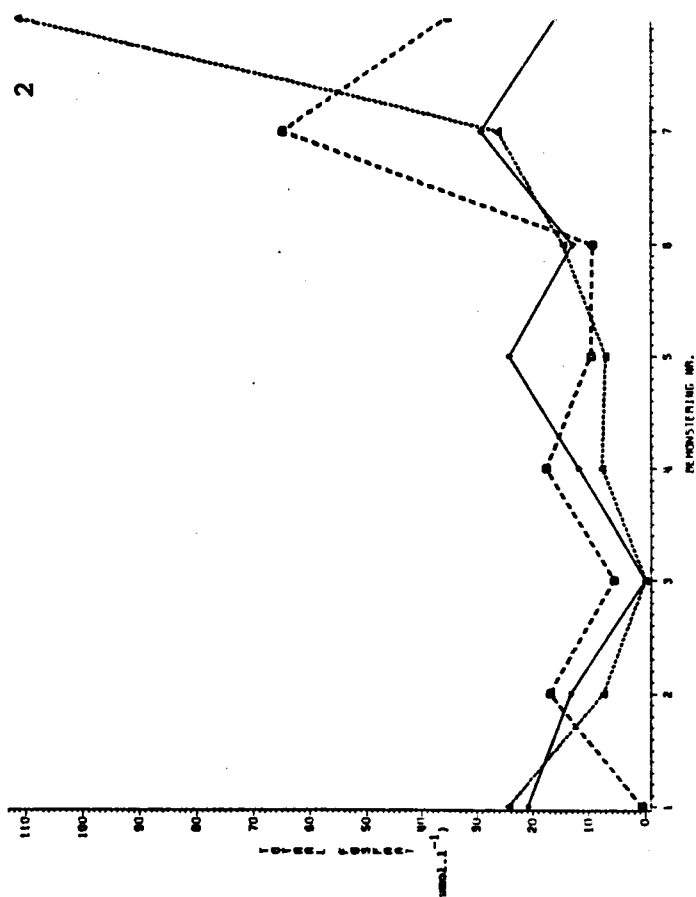
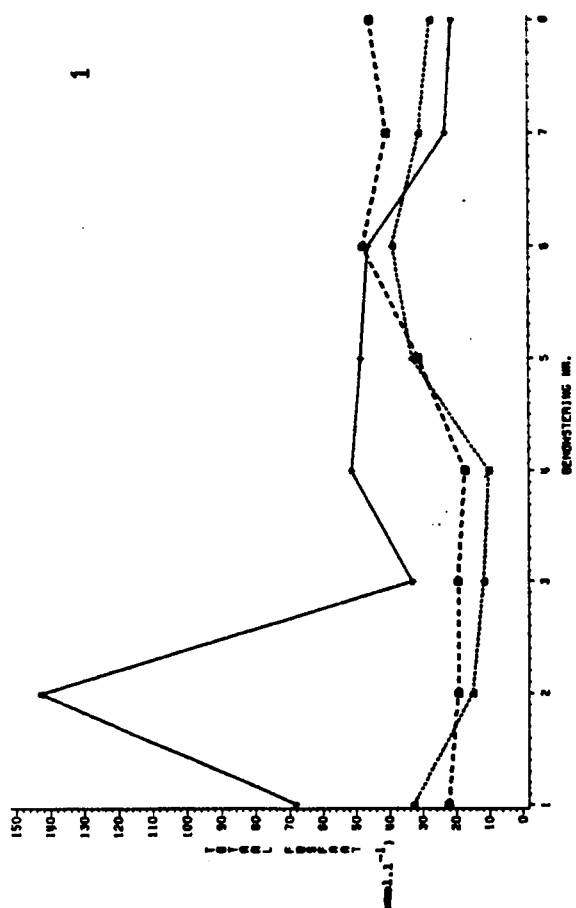
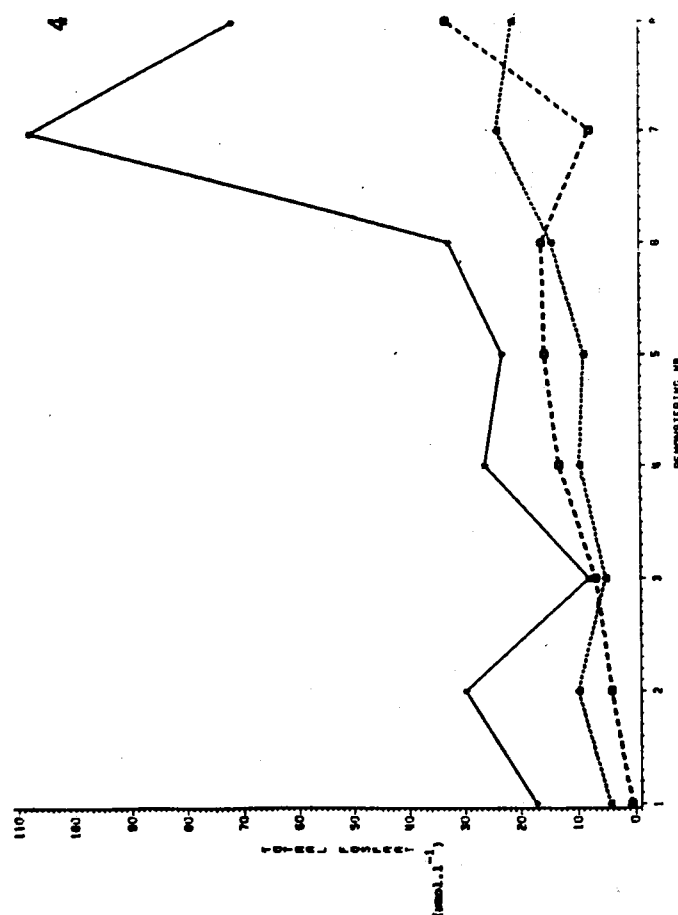
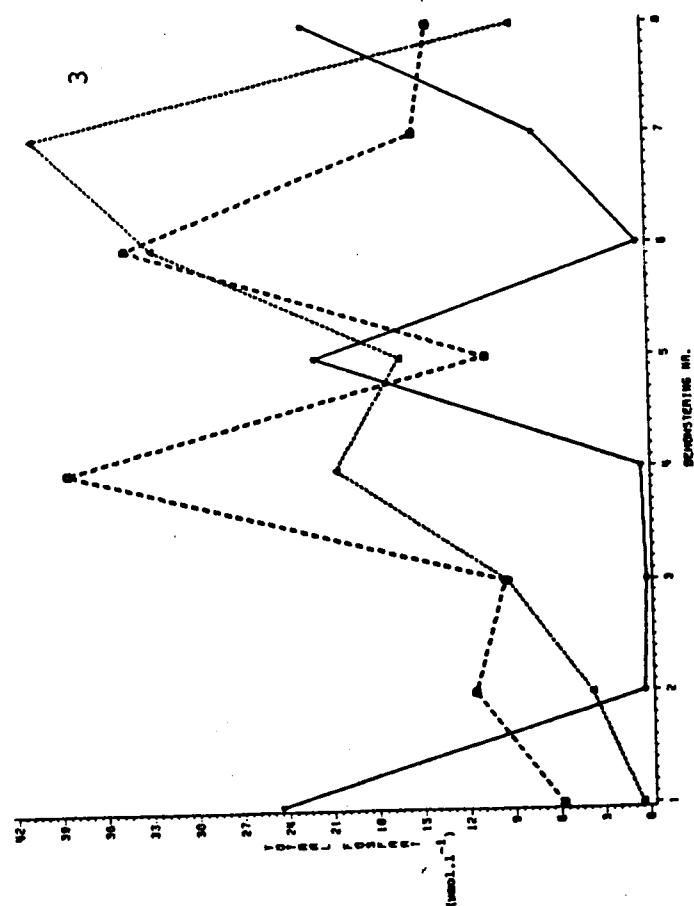
Het totaal anorganisch koolstofgehalte in de bodem van
het Galgeven (1); Staalbergven (2); Groot Huisven (3)
en Grootmeer (4).

* MINERALE BODEM
Δ MIDDEN BODEM
□ ORGANISCHE BODEM



Bijlage 2 D.

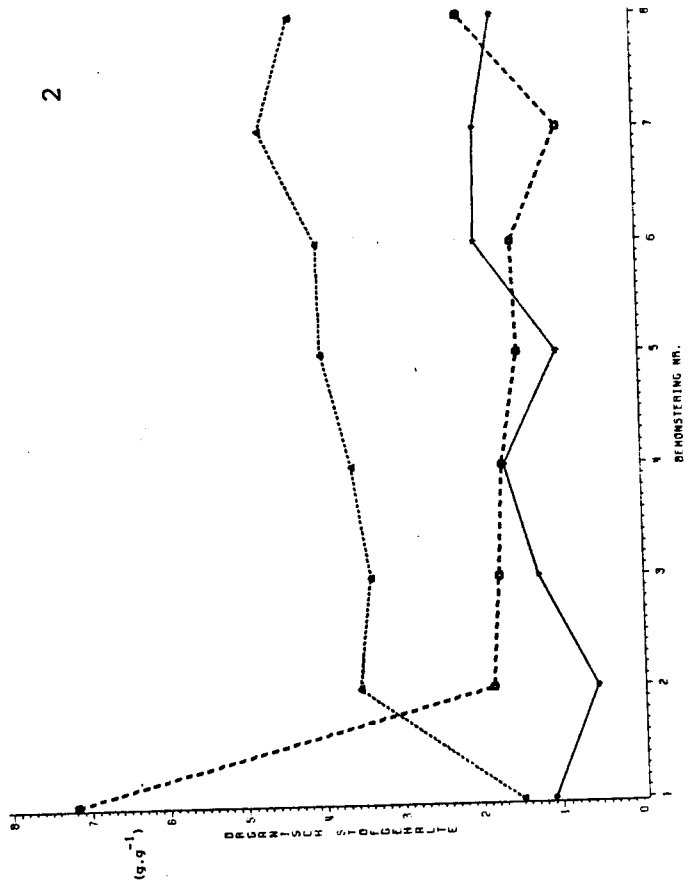
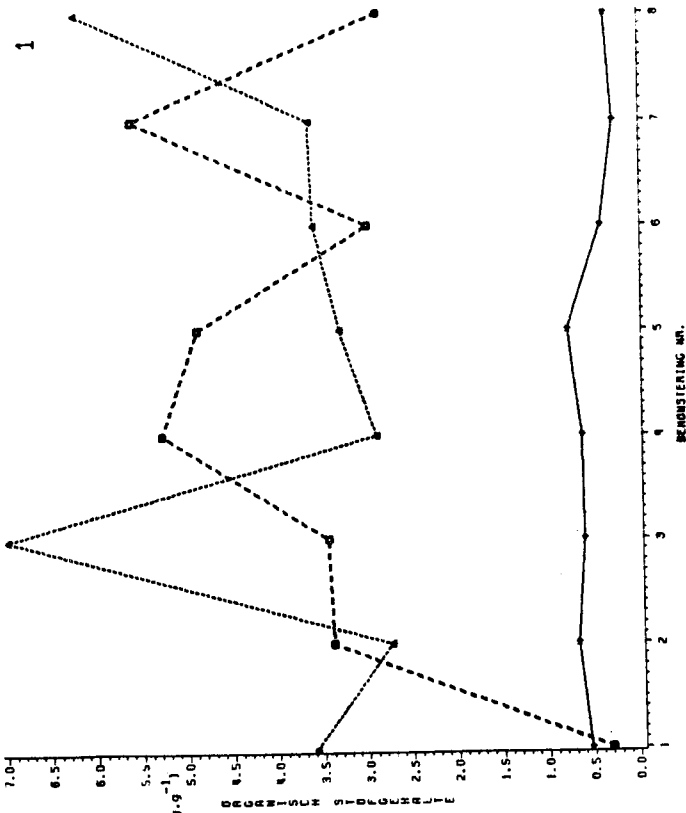
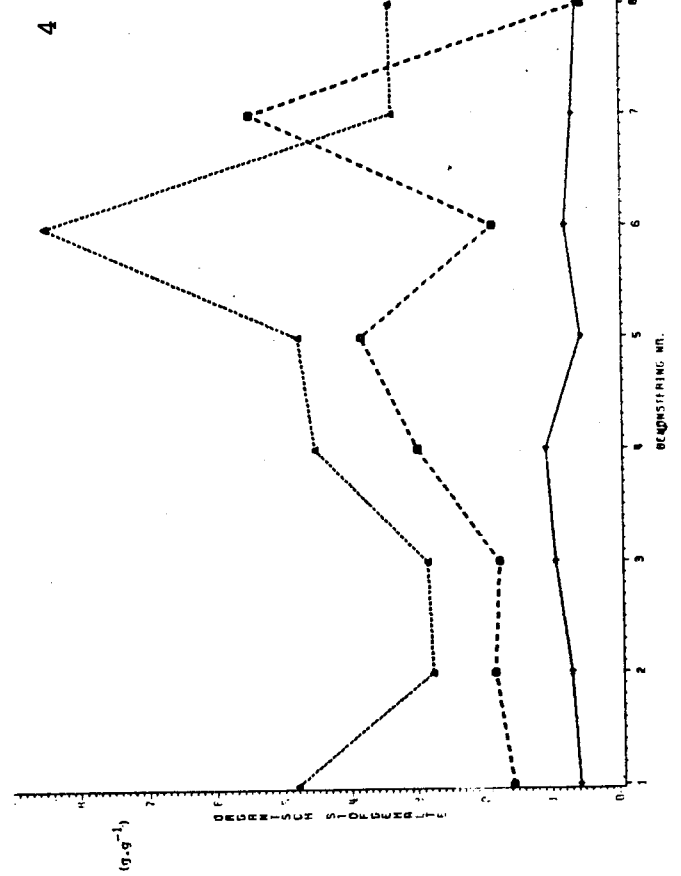
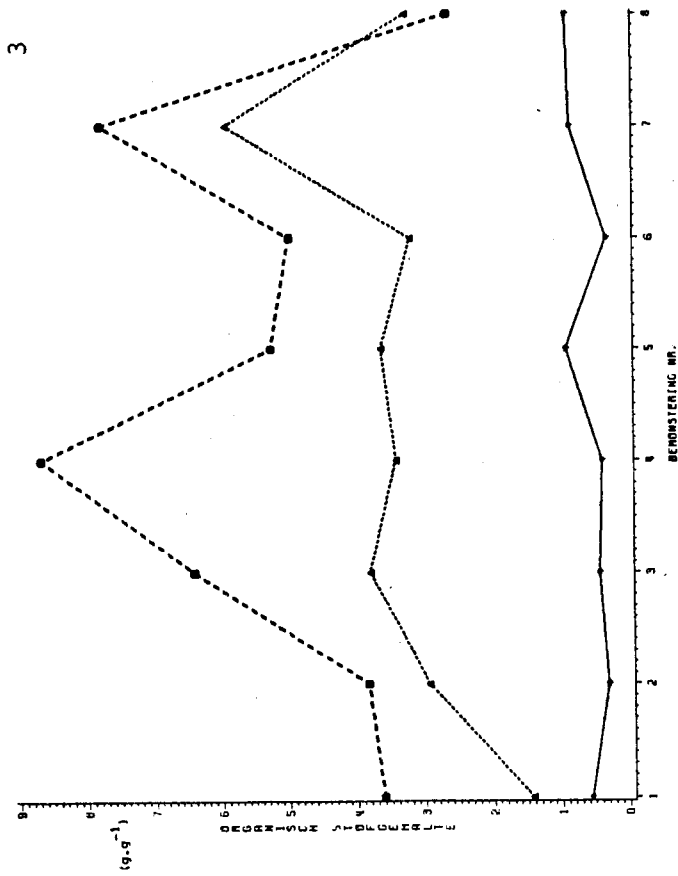
Het totaal Fosfaat-gehalte van de bodemextracten van het Galgeven (1);
Staalbergven (2); Groot Huisven (3) en Grootmeer (4).



Bijlage 2 E.

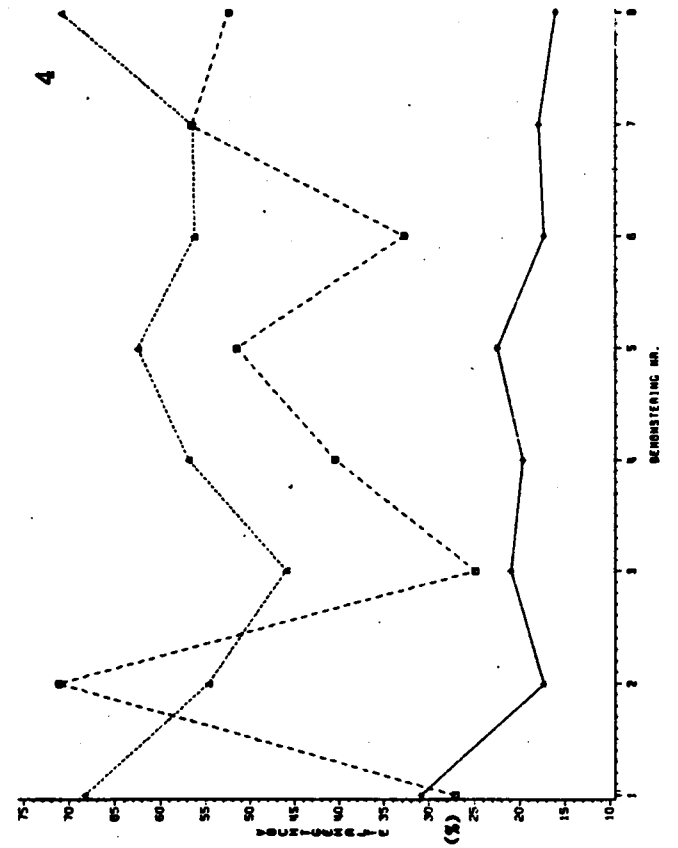
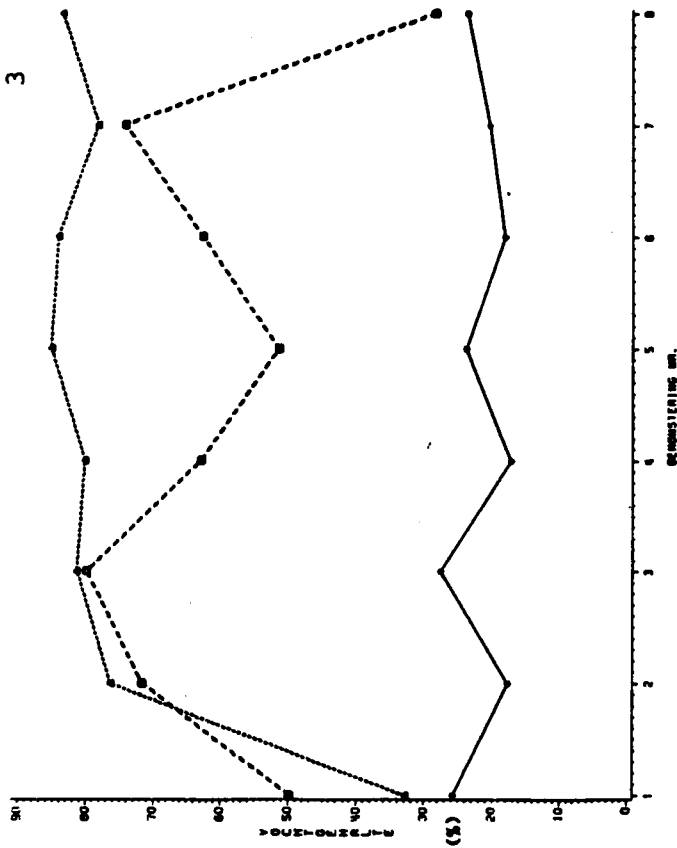
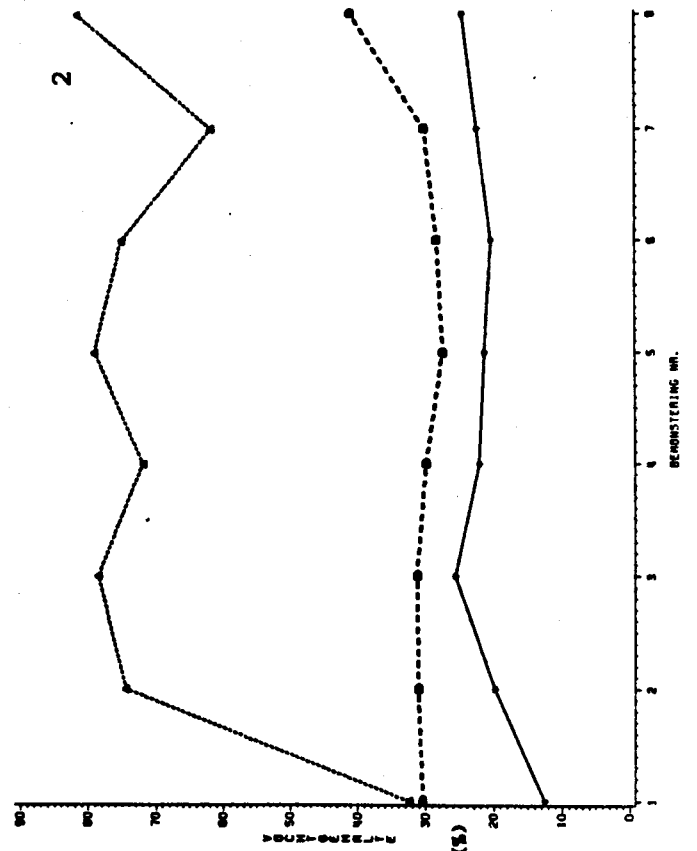
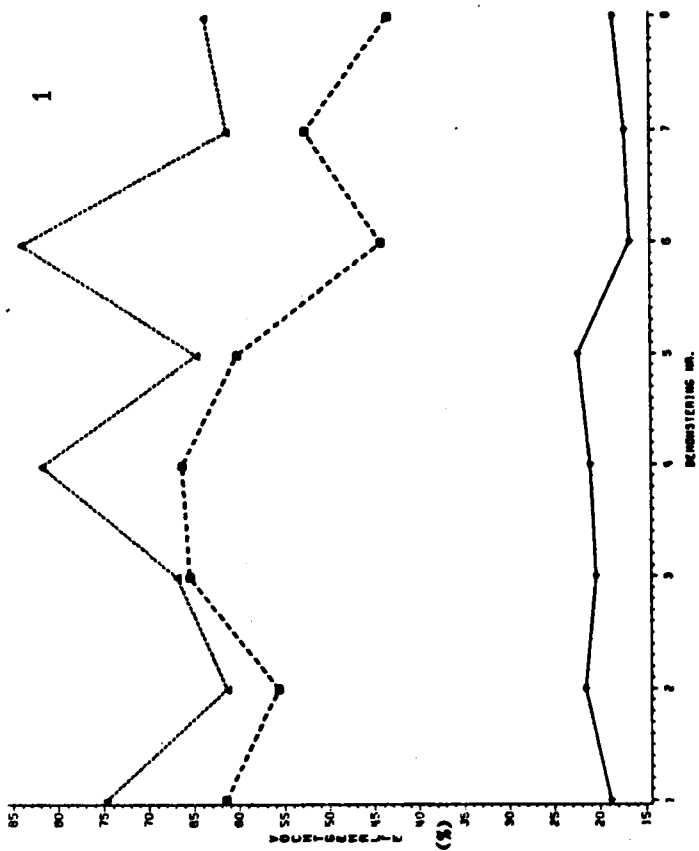
Het organisch stofgehalte van de bodem van het Galgeven (1);
Staalbergven (2); Groot Huisven (3) en Grootmeer (4).

* MINERALE BODEM
△ MIDDEN BODEM
□ ORGANISCHE BODEM



Bijlage 2 F.

Het vochtgehalte in de bodem van het Galgeven (1);
Staalbergven (2); Groot Huisven (3) en Grootmeer (4).



Bijlage 3

GALGEVEN	27	12	26	09	01	14	28	12	25	09	30	13	03	17	01
	02	03	03	04	05	05	05	06	06	07	07	08	09	09	10
ZOOPLANKTON															
COPEPODA															
<i>Acanthocyclops vernalis</i>			.	.											
<i>Calanoida copepodiet</i>	.		.	.					.						
<i>Cyclopoida copepodiet</i>	.		.	.			•	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	.		.	.					.						
<i>Harpacticoida</i>	.		.	.					.						
<i>Nauplius</i>	.	.	.	.	.	.	•	.	•	•	.	.	.	.	•
CLADOCERA															
<i>Acantholeberis curvirostris</i>		.	.	.											
<i>Alona spec.</i>	.		.	.						.					
<i>Alonella excisa</i>	.		.	.											
<i>Chydorus sphaericus</i>	•	.	•	•	.	.	.	.	.	•	.	.	.	.	.
<i>Rhynchotalona falcata</i>															
<i>Scapholeberis mucronata</i>										.					
ROTIFERA															
<i>Brachionus leydigii</i>					.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachionus urceolaris</i>			.	.	•	•	•	•	•	•	•	.	.	.	•
<i>Cephalodella spec.</i>			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Keratella quadrata</i>	•	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Keratella serrulata</i>	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lecane sg. Monostyla</i>			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rotaria macroceros</i>			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rotaria rotaria</i>			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rotaria spec.</i>	.	•	•	•	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Synchaeta pectinata</i>					.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
AMOEBEA															
<i>Astramoeba radiosa</i>						.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
RHIZOPODA															
<i>Arcella discoides</i>	.		.	.				.	.						
<i>Arcella haemisphaerica</i>		•	.	.			.	.	.						
<i>Arcella megastoma</i>															
CILIATA															
<i>Opercularia spec.</i>			.	.											
FYTOPLANKTON															
CYANOPHYTA															
<i>Anabaena spec.</i>	.														
<i>Chroococcus dispersus</i>															
<i>Merismopedia glauca</i>	.	.	.						.			.	.	.	.
CHRYSTOPHYTA Chrysophyceae															
<i>Chrysococcus spec.</i>	.	.	.		.	•	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dinobryon divergens</i>					.	•	•	.	.	•	•	.	.	.	.
<i>Mallomonas acaroides</i>						.	.		.	•	.	.	.	.	.
<i>Synura spec.</i>	.					.	.		.	.	.	.	.	.	.
CHRYSTOPHYTA Diatomeae															
<i>Eunotia exigua</i>				.											
<i>Frustulia vulgaris</i>			.	.											
<i>Navicula spec.</i>	.		.	.											
<i>Tabellaria fenestrata</i>	.	.	.	.		.	.								
EUGLENOPHYTA															
<i>Phacus caudata</i>			.	.											
<i>Trachelomonas volvocina</i>			.	.											
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>			.	.											
<i>Trachelomonas spec.</i>			.	.											
PYRROPHYTA															
<i>Glenodinium/Gymnodinium spec.</i>	•	•	•	.	•	.	.	.	.	•	.	.	.	•	•

GALGEVEN	27 02	12 03	26 03	09 04	01 05	14 05	28 05	12 06	25 06	09 07	30 07	13 08	03 09	17 09	01 10
CHLOROPHYTA Zygnematales															
Nougeotia spec.	•	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CHLOROPHYTA Desmidiaceae															
Bambusina brebissonii					.			.							
Closterium acutum				.		.	•		.	.	.	.	.	•	•
Closterium gracile		.				.	.		.	.	.	.	.	.	.
Closterium intermedium + striolatum						.	.		.			.			
Closterium praelongum						.	.		.			.			
Closterium pronum						.	.		.			.			
Closterium strigosum						.	.		.			.			
Euastrium insigne							.	.	.			.			
Stauroastrum muticum				.	.		•		.			.			
Stauroastrum orbiculare var. depressum		.	.		.	.	.		.			.			
Stauroastrum orbiculare var. ralfsii		.	.		.	.	.		.			.			
Stauroastrum polymorphum		.	.		.	.	.		.			.			
Stauroastrum punctulatum						.	.		.			.			
CHLOROPHYTA Draadwieren															
Binuclearia tectorum	•	.	.	.	.	.	.	.	.	•	.	.	.	.	.
Microspora stagnorum	•	.	•	•	.	•	•	•	•	•	•	•	•	.	•
Microspora spec.			•												
Oedogonium spec.		.								.					
Ulothrix spec.	.	•	•	•	.	.	.								

STAALBERGVEN	27 02	12 03	26 03	09 04	01 05	14 05	28 05	12 06	25 06	09 07	30 07	13 08	03 09	17 09	01 10
ZOOPLANKTON															
COPEPODA															
Calanoida copepodiet	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cyclopoida copepodiet	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Eudiaptomus gracilis	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Harpacticoida	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Nauplius	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CLADOCERA															
Acantholeberis curvirostris															
Alona guttata															
Bosmina longispina															
Chydorus sphaericus															
Diaphanosoma brachyurum															
Polyphemus pediculus															
Rhynchotalona falcata															
Scaploleberis mucronata															
ROTIFERA															
Brachionus urceolaris															
Cephalodella spec.															
Euchlanis dilatata															
Keratella cochlearis															
Keratella quadrata															
Keratella serrulata															
Lecane sg. Lecane															
Lecane sg. Monostyla															
Polyarthra spec.															
Rotaria spec.															
HELIOZOA															
Actinophrys sol															
RHIZOPODA															
Arcella discoides															
CILIATA															
Askenasia volvox															
Strombidium viride															
Tintinnidium fluvatile															
Tracheluis ovum															
Vorticella spec.															
FYTOPLANKTON															
CYANOPHYTA															
Merismopedia glauca															
CHRYSTOPHYTA Chrysophyceae															
Chrysococcus spec.															
Dinobryon divergens															
Mallomonas acaroides															
Mallomonas tonsurata															
Synura spec.															
CHRYSTOPHYTA Diatomeae															
Cocconeis spec.															
Cymbella spec.															
Epithemia zebra var. porcellus															
Eunotia exigua															
Eunotia lunaris															
Eunotia pectinalis var. minor															
Frustulia rhomboides var. saxonica															
Frustulia vulgaris															
Navicula spec.															
Pinnularia gibba															
Pinnularia interrupta															
Pinnularia microstauron															
Stauroneis anceps															
Surirella linearis															
Synedra acus															
Synedra ulna															
Tabellaria fenestrata															
Tabellaria flocculosa															
EUGLENOPHYTA															
Phacus longicauda															
Phacus caudata															
Trachelomonas volvocinopsis															

STAALBERGVEN	27 02	12 03	26 03	09 04	01 05	14 05	28 05	12 06	25 06	09 07	30 07	13 08	03 09	17 09	01 10
PHYTOPHYTA															
<i>Glenodinium/Gymnodinium spec.</i>	.	.		.	.		.								.
<i>Peridinium spec.</i>													.		
CRYPTOPHYTA															
<i>Chilomonas spec.</i>	.			.	.	.									.
<i>Cryptomonas erosa + ovata</i>	•	.	.	.	.		.						•	•	•
CHLOROPHYTA Volvocales															
<i>Chlamydomonas spec.</i>				.	.										
CHLOROPHYTA Chlorococcales															
<i>Ankistrodemonus falcatus</i>			•												
<i>Pediastrum boryanum</i>		.								.					
<i>Pleurococcus vulgaris</i>		.													
<i>Scenedesmus ecornis</i>		.	.	.											
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		.	.	.	.										
μ algae	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CHLOROPHYTA Zygnemales															
<i>Mougeotia spec.</i>	•	.	•	•	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	•
<i>Spirogyra spec.</i>					.										
CHLOROPHYTA Desmidiaceae															
<i>Arthrodesmus trispinatus</i>	.	•	.												
<i>Bambusina brebissonii</i>		.		.	.	.	.	.	.						
<i>Closterium acutum</i>															.
<i>Closterium gracile</i>											.				
<i>Closterium intermedium + striolatum</i>	•		.	.	.	.	.	.	.	.				.	
<i>Closterium juncidum</i>						.				.					
<i>Closterium limneticum</i>															
<i>Closterium moniliferum</i>															.
<i>Closterium parvulum</i>				.											.
<i>Closterium prorum</i>														•	.
<i>Closterium pseudolunula</i>															.
<i>Closterium ulna</i>															.
<i>Cosmarium botrytis</i>									.						.
<i>Staurostrum hirsutum</i>			.												.
<i>Staurostrum muticum</i>						.	.		.						.
<i>Staurostrum punctulatum</i>						.									.
<i>Staurodesmus jaculiferus</i>	.		.	.											
CHLOROPHYTA Draadwieren															
<i>Binuclearia tectorum</i>				.	.	.						.			.
<i>Bulbochaete spec.</i>															.
<i>Microspora stagnorum</i>		.	.	.	.	.		.	.					.	.
<i>Oedogonium spec.</i>		.	.	•		.								.	.
<i>Ulothrix spec.</i>	.	.	.	.	.	.		.	.					.	.

GROOT HUISVEN	27	12	26	09	01	14	28	12	25	09	30	13	03	17	01
	02	03	03	04	05	05	05	06	06	07	07	08	09	09	10

GROOT HUISVEN

27 02	12 03	26 03	09 04	01 05	14 05	28 05	12 06	25 06	09 07	30 07	13 08	03 09	17 09	01 10
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

FYTOPLANKTON

CYANOPHYTA

Anabaena spec.
Coelosphaerium kützingianum
Merismopedia glauca
Oscillatoria spec.

RHODOPHYTA

Batrachospermum vagum

CHRYSTOPHYTA Chrysophyceae

Chrysococcus spec.
Dinobryon divergens
Mallomonas acaroides
Mallomonas spec.
Synura spec.

CHRYSTOPHYTA Diatomeae

Achnanthes lanceolata
Eunotia exigua
Fragilaria capucina
Frustulia rhomboides var. *saxonica*
Gomphonema spec.
Navicula spec.
Nitzschia spec.
Pinnularia gentilis
Pinnularia gibba
Pinnularia nobilis
Stephanodiscus hantzschii
Surirella elegans
Synedra acus
Tabellaria fenestrata
Tabellaria flocculosa

EUGLENOPHYTA

Euglena spirogyra
Euglena spec.
Phacus caudata
Phacus longicauda
Phacus suecica
Trachelomonas hispida
Trachelomonas volvocina
Trachelomonas volvocinopsis

PYRROPHYTA

Glenodinium/Gymnodinium spec.
Peridinium spec.

CRYPTOPHYTA

Chilomonas spec.
Chroomonas spec.
Cryptomonas erosa + ovata

CHLOROPHYTA Chloromonadinae

Gonyostomum semen

CHLOROPHYTA Volvocales

Chlamydomonas spec.

CHLOROPHYTA Chlorococcales

Ankistrodesmus falcatus
Botryococcus braunii
Crucigenia rectangularis
Dictyosphaerium primarium
Gloeocystis spec.
Oocystis spec.
Scenedesmus ecornis
Scenedesmus quadricauda
Stichococcus minutus
Tetrastrum glabrum
 µ algae

GROOT HUISVEN	27 02	12 03	26 03	09 04	01 05	14 05	28 05	12 06	25 06	09 07	30 07	13 08	03 09	17 09	01 10
CHLOROPHYTA Zygnemales															
<i>Mougeotia spec.</i>	.	.	.	•	.	•	.	•	.	.					.
CHLOROPHYTA Desmidiaceae															
<i>Bambusina brebissonii</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	.				
<i>Closterium acerosum</i>						.									
<i>Closterium aciculare</i>					.										
<i>Closterium intermedium + striolatum</i>	•	•	•	.	•	•	.	•	•	•	•	.	.	•	.
<i>Closterium kützingii</i>											•	.	.	.	.
<i>Closterium parvulum</i>											•	.	.	.	.
<i>Closterium praelongum</i>											•	.	.	.	.
<i>Closterium pronum</i>			.	.	•	•									
<i>Closterium setaceum</i>								.	.	•					
<i>Closterium venus</i>								.	.	•			.		.
<i>Cosmarium botrytis</i>						.		.							
<i>Desmidium swartzii</i>										.				.	
<i>Euastrum oblongum</i>								.		.				.	
<i>Pleurotaenium trabecula</i>								.		.				.	.
<i>Staurastrum furcigerum</i>										.					
<i>Staurastrum gracile</i>				.								.			
<i>Staurastrum hirsutum</i>											.				
<i>Staurastrum inflexum</i>											.			.	
<i>Staurastrum orbiculare var. depressum</i>		.	.		.		.							.	
<i>Staurastrum paradoxum</i>								•	.		.		.	.	.
<i>Staurastrum polymorphum</i>										.				.	.
<i>Staurastrum punctulatum</i>					.									.	.
<i>Staurodesmus jaculiferus</i>	.	.	.	•	•	.	.	•		.		.		.	
<i>Staurodesmus megacanthus</i>												.		.	
<i>Staurodesmus mucronatus</i>				.											
CHLOROPHYTA Draadwieren															
<i>Binuclearia tectorum</i>					.										
<i>Microspora stagnorum</i>		.		.		.		.		.				.	.
<i>Oedogonium spec.</i>										.	.				
<i>Ulothrix spec.</i>	.	.								.	.	.			

GROOT MEER

27 02	12 03	26 03	09 04	01 05	14 05	28 05	12 06	25 06	09 07	30 07	13 08	03 09	17 09	01 10
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

ZOOPLANKTON

COPEPODA

Acanthocyclops vernalis
Calanoida copepodiet
Cyclopoida copepodiet
Eucyclops serrulatus
Eudiaptomus gracilis
Harpacticoida
Nauplius

CLADOCERA

Acroperus harpae
Alona affinis
Alona guttata
Alonella nana + excisa
Bosmina longirostris
Ceriodaphnia megops
Ceriodaphnia pulchella
Chydorus sphaericus
Daphnia cucullata
Daphnia longispina
Daphnia spec.
Diaphanosoma brachyurum
Eurycercus lamellatus
Graptoleberis testudinaria
Leydigia quadrangularis
Pleuroxus denticulatus
Pleuroxus truncatus
Polyphemus pediculus
Scapholeberis mucronata
Sida crystallina
Simocephalus vetulus

ROTIFERA

Ascomorpha ecaudis
Asplancha priodonta
Brachionus urceolaris
Cephalodella spec.
Dicranophorus spec.
Keratella cochlearis
Keratella quadrata
Lecane sg Monostyla
Lepadella spec.
Polyarthra dolichoptera
Polyarthra vulgaris
Rotaria macroceros
Rotaria spec.
Synchaeta grandis
Synchaeta pectinata
Trichocerca spec.
Trichotria pocillum
Trichotria tetractis

HELIOZOA

Acanthocystis mimetica
Actinophrys sol
Heterophrys myriapoda

RHIZOPODA

Arcella discoides
Arcella gibbosa
Arcella haemisphaerica
Centropyxis aculeata
Centropyxis spec.
Diffugia acumminata
Diffugia spec.

CILIATA

Askenasia volvox
Coleps hirtus
Euplotes spec.
Halteria grandinella
Lacrymaria olor
Lacrymaria spec.
Lionotus spec.
Paramecium spec.
Spirostomum spec.
Stentor cf. igneus
Strombidium viride
Stylonichia spec.
Vorticella spec.
Tintinnidium fluviatile
Trachelius ovum

OSTRACODA

GROOT MEER

27 02	12 03	26 03	09 04	01 05	14 05	28 05	12 06	25 06	09 07	30 07	13 08	03 09	17 09	01 10
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

FYTOPLANKTON

CYANOPHYTA

Anabaena cylindria
Anabaena spec.
Chroococcus limneticus
Coelosphaerium kützingianum
Gloeotrichia natans
Merismopedia elegans
Merimopedia glauca
Oscillatoria agardhii
Oscillatoria limnetica
Oscillatoria limosa
Oscillatoria redekei
Oscillatoria tenuis
Oscillatoria spec.

CHRYSTOPHYTA Chrysophyceae

Chrysococcus spec.
Dinobryon divergens
Mallomonas acaroides
Mallomonas akrokomos
Mallomonas tonsurata
Mallomonas spec.
Synura spec.
Uroglenopsis americana

CHRYSTOPHYTA Diatomeae

Achnanthes microcephala
Amphora ovalis
Caloneis silicula
Cocconeis spec.
Cymatopleura solea
Cymbella ventricosa
Diatoma elongatum
Diatoma vulgare
Epithemia zebra var. porcellus
Eunotia exigua
Fragilaria capucina
Fragilaria pinnata
Frustulia rhomboides var. saxonica
Frustulia vulgaris
Gomphonema constrictum
Gomphonema spec.
Navicula cryptocephala
Navicula cuspidata
Navicula radiosa
Navicula simplex
Navicula spec.
Neidium productum
Nitzschia acicularis
Nitzschia fruticosa
Nitzschia linearis
Nitzschia palea
Nitzschia sigmoidea
Pinnularia gentilis
Pinnularia gibba
Pinnularia viridis
Rhopalodia gibba
Stauroneis anceps
Stauroneis legumen
Stephanodiscus hantzschii
Surirella elegans
Synedra acus
Synedra parasitica
Synedra tabulata
Synedra ulna
Tabellaria fenestrata
Tabellaria flocculosa

EUGLENOPHYTA

Euglena spec.
Phacus caudata
Phacus longicauda
Phacus pleuronectes
Phacus pyrum
Trachelomonas hispida
Trachelomonas volvocina
Trachelomonas volvocinopsis
Trachelomonas spec.

GROOT MEER	27 02	28 03	26 03	09 04	01 05	14 05	28 05	12 06	25 06	09 07	30 07	13 08	03 09	17 09	01 10
PYRROPHYTA															
Glenodinium/Gymnodinium spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Peridinium spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CRYPTOPHYTA															
Chilomonas spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cryptomonas erosa + ovata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CHLOROPHYTA Volvocales															
Chlamydomonas spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eudorina elegans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gonium pectorale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gonium sociale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Volvox aureus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Volvox globator	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Volvox spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CHLOROPHYTA Tetrasporales															
Apiocystis brauniana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tetraspora spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CHLOROPHYTA Chlorococcales															
Ankistrodesmus falcatus var. setiformis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Botryococcus braunii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Coelastrum microporum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crucigenia rectangularis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dictyosphaerium primum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gloeocystis spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Oocystis spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pediastrum boryanum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pediastrum duplex	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pediastrum integrum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pleurococcus vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scenedesmus brevispinus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scenedesmus ecoris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scenedesmus quadricauda	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scenedesmus quadricauda var. biornatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphaerocystis schroeteri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tetraedron minimum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
u algae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CHLOROPHYTA Zygnemales															
Mougeotia spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Spirogyra spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Zygnema spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CHLOROPHYTA Desmidiaceae															
Bambusina brebissonii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium acerosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium acutum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium depressum var. planctonicum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium diana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium ehrenbergii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium incurvum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium intermedium + striolatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium kützingerii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium leibleinii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium limneticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium lineatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium moniliferum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium parvulum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium praelongum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Closterium rostratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cosmarium botrytis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cosmarium depressum var. planctonicum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cosmarium galeritum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cosmarium humile var. humile	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cosmarium praemorsum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cosmarium reniforme	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Desmidium schwartzii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euastrum binale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euastrum verrucosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hyalotheca dissiliens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Micrasterias rotata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pleurotaenium trabecula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphaerotosma excavatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Staurastrum avicula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Staurastrum brevispinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Staurastrum furcigerum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Staurastrum gracile	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Staurastrum muticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Staurastrum orbiculare var. depressum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Staurastrum paradoxum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

GROOT MEER

27 02	12 03	26 03	09 04	01 05	14 05	28 05	12 06	25 06	09 07	30 07	13 08	03 09	17 09	01 10
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Staurastrum polymorphum
Staurastrum punctulatum
Staurodesmus cuspidatus
Staurodesmus jaculiferus
Staurodesmus mucronatus
Xanthidium antilopeum
Xanthidium subhastiferum

CHLOROPHYTA Draadwieren

Binuclearia tectorum
Bulbochaete spec.
Microspora stagnorum
Oedogonium spec.
Ulothrix spec.

Bijlage 4. Minimum aantal aangetroffen taxa in 1983.

aantal taxa	Galgeven	Staalbergven	Groot Huisven
Copepoda	1	1	2
Cladocera	3	8	6
Rotifera	6	4	7
Protozoa			
Rhizopoda	4	2	6
Heliozoa	-	-	-
Ciliata	-	1	3
Ostracoda	-	-	-
totaal Zooplankton	14	16	24
=====			
Cyanophyta	1	2	1
Rhodophyta	-	-	-
Chrysophyta			
Chrysophyceae	2	4	7
Diatomeae	5	10	4
Euglenophyta	3	2	3
Pyrrhophyta	2	2	1
Cryptophyta	2	2	2
Chlorophyta			
Volvocales	2	-	-
Tetrasporales	-	-	2
Chlorococcales	3	1	4
Zygnemales	2	1	1
Desmidiales	7	8	8
Draadwieren	7	2	6
totaal Fytoplankton	36	34	39
=====			

Bijlage 5.

Maximale code per taxon per seizoen in 1984.

(kolom 1: voorjaar; kolom 2: zomer; kolom 3: herfst.)

Zooplankton	Galgeven	Staalb. ven	Groot Huisven	Groot Meer		Galgeven	Staalb. ven	Groot Huisven	Groot Meer
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	.		.	.	<i>Keratella quadrata</i>	• .	.	• • •	• . .
<i>Calanoida copepodiet</i>	.	• • .	• • •	• . .	<i>Keratella serrulata</i>	. .	• .	• •	
<i>Cyclopoida copepodiet</i>	• . .	. . .	. • .	• • •	<i>Lecane</i> sg <i>Lecane</i>	.	.	. . •	
<i>Eucyclops serrulatus</i>				•	<i>Lecane</i> sg <i>Monostyla</i>	. . .	• • •	• • .	. • .
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	.	• • .	• • •	• . .	<i>Lepadella</i> spec.				. .
<i>Harpacticoida</i>	.	. . .	. . .	. . .	<i>Notommata</i> spec.				
<i>Nauplius</i>	• • •	• • .	• • .	• • •	<i>Polyarthra dolichoptera</i>				• •
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	.	.			<i>Polyarthra vulgaris</i>				• •
<i>Acroperus harpae</i>			. • .	.	<i>Polyarthra</i> spec.		•		
<i>Alona affinis</i>			•	. •	<i>Rotaria macroceros</i>	•			.
<i>Alona guttata</i>		. .	• • .	. . .	<i>Rotaria rotaria</i>	.			
<i>Alona quadrangularis</i>			.		<i>Rotaria</i> spec.	• . .	. . .	• • .	• • .
<i>Alona</i> spec.	. . .				<i>Synchaeta grandis</i>				.
<i>Alonella excisa</i>	.		. .	. •	<i>Synchaeta pectinata</i>	.		• • •	• • •
<i>Alonella nana</i>			. .	. •	<i>Trichocerca longiseta</i>				
<i>Bosmina longispina</i>	• • •	• • •	• • .		<i>Trichocerca</i> spec.				
<i>Bosmina longirostris</i>				• • •	<i>Trichotria pocillum</i>				.
<i>Ceriodaphnia megops</i>				. • •	<i>Trichotria tetractis</i>				
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>				• •	<i>Acanthocystis mimetica</i>				
<i>Chydorus sphaericus</i>	• •	• • .	• • .	. . •	<i>Actinophrys sol</i>		.	. . •	.
<i>Daphnia cucullata</i>				.	<i>Arcella discoides</i>	. . .	. . •	. . .	. . .
<i>Daphnia longispina</i>				. • •	<i>Arcella gibbosa</i>			. . .	. . .
<i>Daphnia</i> spec.				.	<i>Arcella haemisphaerica</i>	• . .		. . .	. . .
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	. • .	. • .	. • •	. • •	<i>Arcella megastoma</i>	.			
<i>Eurycercus lamellatus</i>			.	. .	<i>Astramoeba radiosa</i>	.			
<i>Graptoleberis testudinaria</i>			. • .	. .	<i>Centropyxis aculeata</i>			. . .	. . .
<i>Iliocryptus agilis</i>			. . .		<i>Centropyxis</i> spec.				.
<i>Leydigia quadrangularis</i>			.	.	<i>Diffugia acuminata</i>				.
<i>Pleuroxus denticulatus</i>				.	<i>Diffugia</i> spec.				.
<i>Pleuroxus truncatus</i>				. • •	<i>Heterophrys myriapoda</i>				.
<i>Polyphemus pediculus</i>	. . .	. . .	. . .	. • .	<i>Askenasia volvox</i>		•	. •	. . .
<i>Rhynchotalona falcata</i>	.	. .	.	. .	<i>Coleps hirtus</i>			.	.
<i>Scapholeberis mucronata</i>	.	. • .	• • .	. • .	<i>Euplotes</i> spec.				.
<i>Sida crystallina</i>			. • •	. • •	<i>Halteria grandinella</i>			. .	.
<i>Simocephalus vetulus</i>				. .	<i>Lacrymaria olor</i>				. .
<i>Ascomorpha ecaudis</i>			.	• .	<i>Lacrymaria</i> spec.				. . .
<i>Asplanchna priodonta</i>			. . .	. • .	<i>Lionotus</i> spec.				.
<i>Brachionus leydigii</i>	.				<i>Opercularia</i> spec.	.			
<i>Brachionus urceolaris</i>	• • •	. . .	. . .	. .	<i>Paramecium</i> spec.			. . .	• •
<i>Cephalodella</i> spec.	. .	. . .	. . •	. .	<i>Spirostomum</i> spec.			. . .	.
<i>Collotheca</i> spec.			.		<i>Stentor</i> cf <i>igneus</i>			. . .	.
<i>Conochiloides natans</i>			•		<i>Strombidium viride</i>		•	. .	. . .
<i>Dicranophorus</i> spec.				.	<i>Stylonichia</i> spec.				.
<i>Euchlanis dilatata</i>	.		.		<i>Tintinnidium fluviatile</i>				.
<i>Euchlanis</i> spec.			.		<i>Trachelius ovum</i>				.
<i>Eudactylota eudactylota</i>			.		<i>Vorticella</i> spec.			•	. . .
<i>Keratella cochlearis</i>	. .	. . .	. . .	• • •	<i>Ostracoda</i>			. .	• •

totaal aantal taxa 22 16 11 29 23 16 45 44 38 54 51 40

=====

Maximale code per taxon per seizoen in 1984.

(kolom 1: voorjaar; kolom 2: zomer; kolom 3: herfst.)

Fytoplankton	Galgeven	Staalb. ven	Groot Huisven	Groot Meer		Galgeven	Staalb. ven	Groot Huisven	Groot Meer
<i>Anabaena cylindrica</i>	.			.	<i>Pinnularia gentilis</i>			.	.
<i>Anabaena spec.</i>			.	.	<i>Pinnularia gibba</i>	.		.	.
<i>Chroococcus dispersus</i>	.				<i>Pinnularia interrupta</i>	.			
<i>Chroococcus limneticus</i>				•	<i>Pinnularia microstauron</i>	.			
<i>Coelosphaerium kützingianum</i>			.	•	<i>Pinnularia nobilis</i>			.	.
<i>Gloeotrichia natans</i>				•	<i>Pinnularia viridis</i>				.
<i>Merismopedia elegans</i>				.	<i>Rhopalodia gibba</i>				.
<i>Merismopedia glauca</i>	.	.	.	.	<i>Stauroneis anceps</i>	.			.
<i>Oscillatoria agardhii</i>				.	<i>Stauroneis legumen</i>				.
<i>Oscillatoria limnetica</i>				.	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>			.	.
<i>Oscillatoria limosa</i>				.	<i>Surirella elegans</i>			.	.
<i>Oscillatoria redekei</i>				.	<i>Surirella linearis</i>	.	.		
<i>Oscillatoria tenuis</i>				•	<i>Synedra acus</i>	.		.	•
<i>Oscillatoria spec.</i>			.	.	<i>Synedra parasitica</i>				•
<i>Batrachospermum vagum</i>			.	.	<i>Synedra tabulata</i>				•
<i>Chrysococcus spec.</i>	•	•	•	.	<i>Synedra ulna</i>	.		.	•
<i>Dinobryon divergens</i>	•	•	.	•	<i>Tabellaria fenestrata</i>	•	•	•	.
<i>Mallomonas acaroides</i>	.	.	.	.	<i>Tabellaria flocculosa</i>	•	.	.	.
<i>Mallomonas akrokomos</i>				.	<i>Euglena spirogyra</i>			.	.
<i>Mallomonas tonsurata</i>		.		•	<i>Euglena spec.</i>			.	.
<i>Mallomonas spec.</i>			.	.	<i>Phacus caudata</i>	.		.	•
<i>Synura spec.</i>	.	.	.	•	<i>Phacus longicauda</i>	.	.	.	.
<i>Uroglenopsis americana</i>				•	<i>Phacus pleuronectes</i>	.	.	.	.
<i>Achnanthes lanceolata</i>			.	.	<i>Phacus pyrum</i>			.	.
<i>Achnanthes microcephala</i>				.	<i>Phacus suecica</i>			.	.
<i>Amphora ovalis</i>				.	<i>Trachelomonas hispida</i>			.	.
<i>Caloneis silicula</i>				.	<i>Trachelomonas volvocinea</i>			.	.
<i>Cocconeis spec.</i>		.		.	<i>T. volvocinopsis</i>	.		.	.
<i>Cymatopleura solea</i>				.	<i>Trachelomonas spec.</i>	.		.	.
<i>Cymbella ventriosa</i>			.	.	<i>Glenodinium/Gymnodinium</i>	•	•	•	.
<i>Diatoma elongatum</i>				•	<i>Peridinium spec.</i>	•	•	•	.
<i>Diatoma vulgare</i>				.	<i>Chilomonas spec.</i>	•	•	.	.
<i>Epithemia zebra var. porc.</i>	.	.		.	<i>Chroomonas spec.</i>			.	.
<i>Eunotia exigua</i>	.	.		.	<i>Cryptomonas erosa+ovata</i>	•	•	•	•
<i>Eunotia lunaris</i>	.	.		.	<i>Gonyostomum semen</i>			•	•
<i>E. pectinalis var. minor</i>	.	.		.	<i>Chlamydomonas spec.</i>	.		.	.
<i>Fragilaria capucina</i>				•	<i>Eudorina elegans</i>			.	.
<i>Fragilaria pinnata</i>				.	<i>Gonium pectorale</i>			.	.
<i>Frustulia rhomb. v. sax.</i>	.	.	.	.	<i>Gonium sociale</i>			.	.
<i>Frustulia vulgaris</i>	.	.		.	<i>Volvox aureus</i>			.	•
<i>Gomphonema constrictum</i>				.	<i>Volvox globator</i>			.	•
<i>Gomphonema spec.</i>			•	.	<i>Volvox spec.</i>			.	•
<i>Navicula cryptocephala</i>				.	<i>Apiocystis brauniana</i>			.	.
<i>Navicula cuspidata</i>				.	<i>Tetraspora spec.</i>			.	.
<i>Navicula radiosa</i>				.	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	•	.	.	.
<i>Navicula simplex</i>				.	<i>A. falcatus v. setiformis</i>			.	.
<i>Navicula spec.</i>	.	.	.	•	<i>Botryococcus braunii</i>	•	.	.	•
<i>Neidium productum</i>				•	<i>Coelastrum microporum</i>			.	•
<i>Nitzschia acicularis</i>				.	<i>Crucigenia rectangularis</i>			.	.
<i>Nitzschia fruticosa</i>				.	<i>Dictyosphaerium primarium</i>		•	.	•
<i>Nitzschia linearis</i>				.	<i>Gloeocystis spec.</i>			.	.
<i>Nitzschia palea</i>				.	<i>Oocystis spec.</i>			.	.
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	.	.		.	<i>Pediastrum boryanum</i>	.	.	.	•
<i>Nitzschia spec.</i>			.	.	<i>Pediastrum duplex</i>			.	.

Galgeven	Staalb.	Groot Huisven	Groot Meer	Galgeven	Staalb.	Groot Huisven	Groot Meer
<i>Pediastrum integrum</i>			•	<i>Cosmarium botrytis</i>			• • •
<i>Pleurococcus vulgaris</i>	•		• •	<i>C. depressum v. planct.</i>			•
<i>Scenedesmus brevispinus</i>			•	<i>Cosmarium galeritum</i>			•
<i>Scenedesmus ecornis</i>	•	•	• • •	<i>Cosmarium humile v. humile</i>			• •
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	•	•	• • •	<i>Cosmarium praemorsum</i>			• • •
<i>S. quadricauda v. biornatus</i>			•	<i>Cosmarium reniforme</i>			• •
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>			•	<i>Desmidium swartzii</i>		• •	• • •
<i>Stichococcus minutus</i>		•		<i>Euastrum binale</i>			•
<i>Tetraedron minimum</i>	•		• • •	<i>Euastrum insigne</i>	•		
<i>Tetrastrum glabrum</i>		•		<i>Euastrum oblongum</i>		•	
<i>U. algae</i>	• • •	• • •	• • •	<i>Euastrum verrucosum</i>			• • •
<i>Mougeotia spec.</i>	• • •	• • •	• • •	<i>Hyalotheca dissiliens</i>			• •
<i>Spirogyra spec.</i>	•		• • •	<i>Micrasterias rotata</i>			• •
<i>Zygnema spec.</i>			• • •	<i>Pleurotaenium trabecula</i>		• •	• • •
<i>Arthrodesmus trispinatus</i>	•			<i>Sphaeroszoma excavatum</i>			•
<i>Bambusina brebissonii</i>	• •	• •	• •	<i>Stauroastrum avicula</i>			• • •
<i>Closterium acerosum</i>		•	• •	<i>Stauroastrum brevispinum</i>			•
<i>Closterium aciculare</i>		•		<i>Stauroastrum furcigerum</i>		•	• • •
<i>Closterium acutum</i>	• • •		• • •	<i>Stauroastrum gracile</i>		• •	• • •
<i>C. depressum v. planctonicum</i>			•	<i>Stauroastrum hirsutum</i>	•	•	
<i>Closterium diana</i>			•	<i>Stauroastrum inflexum</i>			•
<i>Closterium ehrenbergii</i>			• •	<i>Stauroastrum muticum</i>	•	• • •	•
<i>Closterium gracile</i>	• •	•		<i>S. orbiculare v. depress.</i>		• •	• • •
<i>Closterium incurvum</i>			•	<i>S. orbiculare v. ralfsii</i>	•		
<i>C. intermedium+striolatum</i>	• •	• • •	• • •	<i>Stauroastrum paradoxum</i>		• •	• • •
<i>Closterium juncidum</i>	•			<i>Stauroastrum polymorphum</i>	•	• •	•
<i>Closterium kützingii</i>		•	• •	<i>Stauroastrum punctulatum</i>	•	•	•
<i>Closterium leibleinii</i>			• • •	<i>Staurodesmus cuspidatus</i>			•
<i>Closterium limneticum</i>	•		•	<i>Staurodesmus jaculiferus</i>	•	• •	•
<i>Closterium lineatum</i>			•	<i>Staurodesmus megacanthus</i>			•
<i>Closterium moniliferum</i>		•	• •	<i>Staurodesmus mucronatus</i>		•	•
<i>Closterium parvulum</i>	•	• •	• •	<i>Xanthidium antilopeum</i>			• • •
<i>Closterium praelongum</i>	•	•	• •	<i>Xanthidium subhastiferum</i>			•
<i>Closterium pronum</i>	•	• •		<i>Binuclearia tectorum</i>	• •	•	•
<i>Closterium pseudolunula</i>		•		<i>Bulbochaete spec.</i>		•	•
<i>Closterium rostratum</i>			• •	<i>Microspora stagnorum</i>	• • •	• • •	•
<i>Closterium setaceum</i>		• •		<i>Microspora spec.</i>	• •		
<i>Closterium strigosum</i>	•	•		<i>Oedogonium spec.</i>	•	•	• • •
<i>Closterium ulna</i>		•		<i>Ulothrix spec.</i>	•	• • •	•
<i>Closterium venus</i>		•					

totaal aantal taxa 41 7 4 33 10 12 36 21 21 68 47 34

=====

Bijlage 6: Algemene soortenlijst van de macrofauna in het waterkompartment.

	Gv	St	GH	Gm
ACARINA				
Acarina, nondet.	*	*	*	*
ARACHNIDA				
<i>Argyroneta aquatica</i>	*	*	*	
CERATOPOGONIDAE				
Ceratopogonidae, nondet.	*	*	*	*
CHAOBORIDAE				
<i>Chaoborus obscuripes</i>		*		
CHIRONOMIDAE				
Chironomidae, nondet.	*	*	*	*
COLEOPTERA				
Coleoptera, nondet.	*	*	*	*

	Gv	St	GH	Gm
COLLEMBOLA				
Collembola, nondet.	*	*	*	
EHEMEROPTERA				
<i>Caenis horaria</i>				*
<i>Caenis moesta</i>		*		*
<i>Caenis robusta</i>				*
<i>Cloeon dipterum</i>				*
<i>Cloeon simile</i>				*
<i>Leptophlebia vespertina</i>				*
HETEROPTERA				
<i>Arctocorisa germari</i>	*	*		
<i>Callicorixa praeusta</i>		*		
<i>Corixa dentipes</i>	*	*	*	
<i>Corixa punctata</i>				*
<i>Cymatia coleoptrata</i>	*	*	*	*
<i>Gerris odontogaster</i>				*
<i>Glaenocorisa propinqua</i>	*	*		
<i>Hesperocorixa propinqua</i>	*	*		
<i>Hydrometra stagnorum</i>		*		
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	*	*	*	*
<i>Mesovelvia furcata</i>				*
<i>Micronecta meridionalis</i>				*
<i>Microvelia reticulata</i>		*		
<i>Notonecta obliqua</i>			*	
<i>Notonecta viridis</i>	*	*		
<i>Plea leachi</i>		*		
<i>Sigara distincta</i>		*	*	*
<i>Sigara falleni</i>	*		*	*
<i>Sigara lateralis</i>				*
<i>Sigara scotti</i>	*	*	*	*
<i>Sigara semistriata</i>		*		*
<i>Sigara striata</i>	*		*	*
Hirudinea				
<i>Helobdella stagnalis</i>			*	*
<i>Theromyzon tessulatum</i>			*	*

	Gv	St	GH	Gm
MEGALOPTERA				
<i>Sialis lutaria</i>	*	*		*
MOLLUSCA				
<i>Ferrissia wautieri</i>				*
<i>Lymnea peregra</i>				*
<i>Lymnea stagnalis</i>				*
<i>Musculium lacustre</i>				*
<i>Planorbis albus</i>				*
<i>Planorbis crista</i>				*
<i>Pisidium obtusale</i>				*
<i>Valvata cristata</i>				*
ODONATA				
<i>Aeshna grandis</i>				*
<i>Coenagrion pulchellum</i>				*
<i>Corduliidae indet.</i>		*		
<i>Enallagma cyathigerum</i>	*	*	*	*
<i>Ischnura elegans</i>				*
<i>Ischnura pumilio</i>				*
<i>Lestes sponsa</i>		*	*	*
<i>Lestes viridis</i>	*	*		
<i>Leucorrhina rubicunda</i>			*	
<i>Libellula quadrimaculata</i>	*	*	*	*
<i>Orthetrum cancellatum</i>				*
<i>Phyrrhosoma nymphula</i>	*			
<i>Sympetrum danae</i>	*		*	
<i>Sympetrum striolatum/ sanguineum</i>				*
OLIGOCHAETA				
<i>Oligochaeta, nondet.</i>	*	*	*	*
PLATHLEMINTHES				
<i>Polycelis tenuis</i>	*			

	Gv	St	GH	Gm
REST NEMATOCERA				
Rest Nematocera, nondet.	*	*	*	*
TRICHOPTERA				
<i>Agraylea multipunctata</i>				*
<i>Agrypnia pagetana</i>				*
<i>Cyrnus flavidus</i>	*	*	*	*
<i>Dasystegia obsoleta</i>	*	*	*	
<i>Dasystegia varia</i>	*	*	*	*
<i>Ecnomus tenellus</i>	*	*	*	*
<i>Glyphotaelius pellucides</i>		*		
<i>Holocentropus dubius</i>	*	*	*	
<i>Holocentropus picicornis</i>			*	
<i>Holocentropus stagnalis</i>			*	
<i>Limmephilus lunatus</i>		*		*
<i>Limmephilus marmoratus</i>		*		*
<i>Limmephilus rhombicus</i>	*			*
<i>Limmephilus subcentralis</i>		*		*
<i>Mystacides longicornis</i>				*
<i>Oecetis furva</i>				*
<i>Oecetis ochraceae</i>	*	*		
<i>Oligotricha striata</i>			*	
<i>Phryganea bipunctata</i>		*		*
<i>Phryganea grandis</i>		*	*	
<i>Triaenodes bicolor</i>				*

Bijlage 7: Soortenlijst per monsterpunt en datum, monsterdata 1984
(aantal gevangen individuen per soort).

Galgeven

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACARINA									
Hydracarina, nondet.	1	4	4	12	8	1	-	-	-
ARACHNIDA									
<i>Argyroneta aquatica</i>	2	3	9	4	3	-	-	3	14
CERATOPOGONIDAE									
Ceratopogonidae, nondet.	7	37	132	171	71	-	30	20	11
CHIRONOMIDAE									
Chironomidae, nondet.	78	54	23	8	11	86	111	64	107
COLEOPTERA									
Coleoptera, nondet	2	1	4	19	-	-	4	2	2

COLLEMBOLA

Collembola, nondet.	4	17	21	16	24	-	-	100	70
---------------------	---	----	----	----	----	---	---	-----	----

HETEROPTERA

<i>Arctocorisa germari</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	1
<i>Corixa dentipes</i>	2	1	2	-	-	-	-	2	-
Corixidae nympe	-	-	-	22	19	57	39	1	-
<i>Cymatia coleoptrata</i>	22	4	34	10	3	14	10	39	3
<i>Glaenocorisa propinqua</i>	-	-	1	-	-	1	5	1	-
<i>Hesperocorixa</i> , indet.	-	-	-	-	-	1	-	-	-

Galgeven

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Hesperocorixa sahlbergi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	-	-	1	-	6	-	1	1	-
<i>Notonecta nympha</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-
<i>Notonecta viridis</i>	-	-	1	-	-	-	1	-	-
<i>Sigara distincta</i>	1	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Sigara falleni</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Sigara scotti</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Sigara striata</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-
MEGALOPTERA									
<i>Sialis lutaria</i>	-	-	-	1	1	6	-	-	-
ODONATA									
Coenagrionidae, indet.	2	-	-	-	-	2	9	9	6
<i>Enallagma cyathigerum</i>	-	4	3	3	8	12	22	20	12
<i>Lestes viridis</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Libellula quadrimaculata</i>	-	-	1	1	1	3	1	-	1
Libellulidae, indet.	1	-	-	-	2	1	-	-	-
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Sympetrum danae</i>	-	-	-	-	2	1	-	-	-
Zygoptera, indet.	-	-	-	-	-	1	-	-	-
OLIGOCHAETA									
Oligochaeta, nondet.	16	72	7	36	-	2	5	29	9
REST NEMATOCERA									
Rest Nematocera, nondet.	-	10	2	7	-	-	-	1	-
TRICHOPTERA									
<i>Cyrmus flavidus</i>	-	-	-	-	-	1	-	4	13
<i>Dasystegia obsoleta</i>	-	-	1	-	-	-	-	1	-
<i>Dasystegia varia</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ecnomus tenellus</i>	-	3	2	1	12	3	13	-	-
<i>Holocentropus dubius</i>	-	-	1	-	-	-	1	-	-
Limnephilidae, indet.	18	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limnephilus rhombicus</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Oecetis ochracea</i>	1	-	-	-	-	3	-	-	-
PLATHELMINTHES									
<i>Polycelis tenuis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Staalbergven

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACARINA									
Hydracarina, nondet.	10	5	50	74	34	13	7	1	1
ARACHNIDA									
<i>Argyroneta aquatica</i>	-	-	-	1	1	-	-	-	-
CERATOPOGONIDAE									
Ceratopogonidae, nondet.	9	10	45	43	-	2	33	9	5
CHAOBORIDAE									
<i>Chaoborus obscuripes</i>	-	3	2	1	-	-	-	1	-
CHIRONOMIDAE									
Chironomidae, nondet.	67	42	105	102	31	258	226	65	65
COLEOPTERA									
Coleoptera, nondet.	-	2	8	11	6	8	24	6	-
COLLEMBOLA									
Collembola, nondet.	4	1	-	2	-	-	-	15	15
EPHEMEROPTERA									
<i>Caenis moesta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Leptophlebia</i> , indet.	6	14	24	-	-	-	-	-	-
<i>Leptophlebia vespertina</i>	28	19	14	-	-	-	-	-	7
HETEROPTERA									
<i>Arctocorisa germari</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Callicorixa praeusta</i>	2	-	-	1	2	-	1	1	-
<i>Corixa dentipes</i>	2	-	3	1	-	-	-	1	-
Corixidae nymphe	-	-	-	36	13	11	17	1	-
<i>Cymatia coleoptrata</i>	2	2	-	1	1	2	-	4	1

Staalbergven

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Glaenocorisa propinqua</i>	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Hesperocorixa nympha</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Hesperocorixa sahlbergi</i>	1	-	-	-	-	-	3	-	-
Heteroptera, indet.	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Hydrometra stagnorum</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	-	-	1	-	3	3	-	-	-
<i>Microvelia reticulata</i>	-	-	-	2	-	1	-	-	-
<i>Notonecta nympha</i>	-	-	-	2	2	1	-	-	-
<i>Notonecta viridis</i>	-	-	1	1	-	-	1	1	-
<i>Plea leachi</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Sigara distincta</i>	1	4	2	-	1	-	1	-	-
<i>Sigara scotti</i>	17	10	23	25	-	4	9	55	38
<i>Sigara semistriata</i>	1	4	1	-	-	-	-	2	-
MEGALOPTERA									
<i>Sialis lutaria</i>	-	1	-	-	-	2	-	-	-
ODONATA									
<i>Aeshna grandis</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Corduliidae, indet.	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enallagma cyathigerum</i>	1	3	11	8	4	1	8	-	1
<i>Lestes sponsa</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Lestes viridis</i>	-	-	-	-	2	11	1	-	-
<i>Libellula quadrimaculata</i>	-	-	2	1	-	-	1	-	-
OLIGOCHAETA									
Oligochaeta, nondet.	99	41	22	35	28	9	88	167	59
REST NEMATOCERA									
Rest Nematocera	2	-	12	4	-	-	-	-	-
TRICOPTERA									
<i>Cyrnus flavidus</i>	1	3	-	-	6	1	5	15	24
<i>Cyrnus insolatus</i>	-	1	1	4	-	-	-	-	-
<i>Dasystegia obsoleta</i>	-	1	-	2	-	-	2	4	5
<i>Dasystegia varia</i>	1	1	-	-	-	-	1	4	3
<i>Ecnomus tenellus</i>	2	4	5	11	34	6	8	-	2
<i>Glyptotaelius pelluicoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Holocentropus dubius</i>	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Limnephilidae, indet.	1	3	-	1	-	-	-	-	-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Limnephilus lunatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Limnephilus marmoratus</i>	1	-	3	-	-	-	-	-	1
<i>Limnephilus subcentralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Oecetis ochraceae</i>	-	1	-	-	-	-	4	-	-
<i>Phryganea bipunctata</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Phryganea grandis</i>	-	-	-	-	-	1	1	3	-
<i>Triaenodes bicolor</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-

Groot Huisven

ACARINA

Hydracarina, nondet.	-	7	8	9	-	1	-	-	-
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ARACHNIDA

<i>Argyroneta aquatica</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-
----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

CERATOPOGONIDAE

Ceratopogonidae, nondet.	5	12	78	221	31	24	95	78	49
--------------------------	---	----	----	-----	----	----	----	----	----

CHIRONOMIDAE

Chironomidae, nondet.	26	41	16	19	30	47	58	231	89
-----------------------	----	----	----	----	----	----	----	-----	----

COLEOPTERA

Coleoptera, nondet.	1	3	3	6	-	1	57	1	-
---------------------	---	---	---	---	---	---	----	---	---

COLLEMBOLA

Collembola, nondet.	1	4	15	4	3	-	-	-	12
---------------------	---	---	----	---	---	---	---	---	----

HETEROPTERA

<i>Corixa dentipes</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-
------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Corixidae nymphae	-	-	-	-	15	4	1	-	-
-------------------	---	---	---	---	----	---	---	---	---

<i>Cymatia coleoptrata</i>	1	3	1	1	23	40	4	2	7
----------------------------	---	---	---	---	----	----	---	---	---

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	-	-	-	-	1	7	-	1	-
<i>Notonecta obliqua</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Sigara distincta</i>	3	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Sigara falleni</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sigara scotti</i>	8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sigara striata</i>	1	-	-	-	-	2	-	-	-
HIRUDINEA									
<i>Helobdella stagnalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Theromyzon tessulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
ODONATA									
Coenagrionidae, indet.	1	-	1	-	-	1	1	3	-
<i>Enallagma cyathigerum</i>	-	-	-	2	3	4	3	1	1
<i>Lestes sponsa</i>	-	-	-	-	2	1	-	-	-
<i>Leucorrhina rubicunda</i>	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Libellula quadrimaculata</i>	2	-	-	-	-	-	2	-	-
Libellulidae, indet.	-	-	-	-	1	-	-	-	2
<i>Sympetrum danae</i>	-	-	-	-	3	1	-	-	-
OLIGOCHAETA									
Oligochaeta, nondet.	23	157	159	79	16	26	23	32	19
REST NEMATOCERA									
Rest Nematocera, nondet.	-	1	2	1	-	-	-	-	-
TRICHOPTERA									
<i>Cyrmus flavidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Dasystegia obsoleta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Dasystegia varia</i>	8	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ecnomus tenellus</i>	-	-	4	4	1	1	10	3	-
<i>Holocentropus dubius</i>	1	-	-	1	4	1	-	-	-
<i>Holocentropus picicornis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Holocentropus stagnalis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Oligotricha striata</i>	-	-	-	-	-	2	1	-	-
<i>Phryganea grandis</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Triaenodes bicolor</i>	-	-	-	5	14	27	-	-	-

Grootmeer

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACARINA									
Hydracarina, nondet.	1	5	45	10	7	37	24	13	2
CERATOPOGONIDAE									
Ceratopgonidae, nondet.	4	5	11	4	17	15	1	6	3
CHIRONOMIDAE									
Chironomidae, nondet.	97	76	95	105	141	179	196	70	42
COLEOPTERA									
Coleoptera, nondet.	15	12	4	20	9	11	2	2	-

EPHEMEROPTERA

Baetidae, indet.	7	42	4	8	3	-	-	-	6
Caenidae, indet.	-	-	4	1	-	1	-	-	-
<i>Caenis horaria</i>	14	-	16	11	-	5	14	67	21
<i>Caenis moesta</i>	21	6	28	3	3	5	18	137	29
<i>Caenis robusta</i>	-	-	-	1	9	-	-	-	-
<i>Cloeon dipterum</i>	31	96	56	17	-	4	-	2	10
<i>Cloeon</i> , indet.	-	-	-	-	1	1	-	-	-
<i>Cloeon simile</i>	2	42	32	-	4	-	-	1	1
Ephemeroptera, indet.	9	-	-	-	5	7	74	-	-
Leptophlebia, indet.	-	12	-	-	-	-	-	-	-

Grootmeer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Leptophlebia vespertina</i>	-	6	-	-	-	-	-	-	-
HETEROPTERA									
<i>Callicorixa praeusta</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Corixa punctata</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Corixidae nymphe	-	-	-	51	18	2	-	-	-
<i>Cymatia coleoptrata</i>	69	103	17	12	1	8	-	1	-
<i>Gerris odontogaster</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	-	-	-	-	3	4	-	1	-
<i>Mesovelia furcata</i>	-	-	-	-	1	-	-	1	-
<i>Micronecta meridionalis</i>	-	-	-	5	-	-	-	-	-
<i>Micronecta nymphe</i>	-	-	10	-	-	-	-	-	-
<i>Notonecta nymphe</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Sigara distincta</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Sigara falleni</i>	1	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Sigara lateralis</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sigara scotti</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Sigara semistriata</i>	-	1	2	-	-	-	-	-	-
<i>Sigara striata</i>	9	2	2	1	4	1	-	-	-
HIRUDINEA									
<i>Helobdella stagnalis</i>	-	-	2	-	17	3	17	-	-
<i>Theromyzon tessulatum</i>	1	2	-	-	-	-	2	-	-
MEGALOPTERA									
<i>Sialis lutaria</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
MOLLUSCA									
<i>Ferrissia wautieri</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Lymnea peregra</i>	7	1	-	6	7	2	1	1	-
<i>Lymnea stagnalis</i>	16	13	5	3	2	9	-	-	-
<i>Planorbis albus</i>	2	-	4	10	8	4	2	1	2
<i>Planorbis crista</i>	3	1	2	7	3	2	-	1	3
<i>Pisidium obtusale</i>	1	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Valvata cristata</i>	-	-	-	2	1	-	-	-	-
ODONATA									
Anisoptera, indet.	4	13	18	-	-	-	-	-	1
Coenagrionidae, indet.	-	2	3	-	4	-	11	13	7
<i>Coenagrion pulchellum</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enallagma cyathigerum</i>	2	3	4	-	4	-	1	4	6
<i>Ischnura elegans</i>	-	1	3	1	6	-	-	-	-
<i>Ischnura pumilio</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-

Grootmeer

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Lestes sponsa</i>	-	-	-	2	2	-	-	-	-
<i>Libellula spec.</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Libellula quadrimaculata</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Libellulidae, indet.	-	2	6	8	5	-	1	-	-
<i>Orthretrum cancellatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Sympetrum spec.</i>	-	-	-	-	5	6	-	-	-
<i>Sympetrum striolatum/ sanguineum</i>	-	-	-	5	4	2	-	-	-
OLIGOCHAETA									
Oligochaeta, nondet.	10	18	39	32	-	11	14	36	80
REST NEMATOCERA									
Rest Nematocera, nondet.	2	7	14	10	6	-	1	1	2
TRICHOPTERA									
<i>Agraylea multipunctata</i>	-	-	-	-	-	-	1	4	2
<i>Agrypnia pagetana</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Cyrmus flavidus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Dasystegia varia</i>	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Ecnomus tenellus</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Limnephilidae, indet.	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limnephilus lunatus</i>	1	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Limnephilus marmoratus</i>	2	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limnephilus rhombicus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limnephilus subcentralis</i>	6	1	-	1	-	-	-	-	-
<i>Mystacides longicornis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Oecetis furva</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Phryganea spec.</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Phryganea bipunctata</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Phryganeidae, indet.	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Triaenodes bicolor</i>	-	-	8	3	1	3	-	2	-

Bijlage 8 : Algemene soortenlijst.

	Gv	St	GH	Gm
NEMATODA				
Nematoda, nondet.	*	*		*
OLIGOCHAETA				
Aulodrilus pluriseta				*
Dero digitata		*	*	*
Dero obtusa				*
Enchytraeidae, nondet.	*	*		*
Lumbriculus variegatus	*	*	*	*
Naididae, indet.		*	*	
Nais communis		*	*	*
Nais variabilis		*		
Ophidonais serpentina				*
Stylodrilus heringianus		*		
Tubificidae, - haarchaetae	*	*	*	*
Tubificidae, + haarchaetae	*	*	*	*
HIRUDINEA				
Helobdella stagnalis				*
Theromyzon tessulatum				*
GASTROPODA				
Lymnaea stagnalis				*
Planorbis albus				*
LAMELLIBRANCHIATA				
Musculus lacustris				*
Pisidiidae, indet.				*
EPHEMEROPTERA				
Caenis horaria				*
Caenis moesta			*	*
Caenis robusta				*
Caenis spec.				*
ODONATA				
Aeschna cf grandis	*			
Cordulia aenea			*	
Enallagma cyathigerum	*	*	*	*
Lestes viridis		*		
Libellula quadrimaculata	*			
Libellula cf quadrimaculata	*			
Orthetrum cancellatum				*
Zygoptera, indet.		*		

	Gv	St	GH	Gm
HETEROPTERA				
Arctocoris germari		*		
cf Arctocoris germari		*		
Cymatia coleoptrata			*	
Glaenocoris propinqua		*		
Sigara falleni/longipalis			*	
MEGALOPTERA				
Sialis lutaria	*	*	*	
TRICHOPTERA				
Athripsodes aterrimus		*		
Cyrnus flavidus	*	*	*	
Cyrnus spec.	*			
Dasystegia obsoleta	*	*	*	
Dasystegia varia	*		*	
Ecnomus tenellus	*	*	*	
Holocentropus dubius			*	
Limnephilus marmoratus		*		
Mystacides longicornis				*
Oecetis ochracea	*	*	*	*
Trichoptera, nondet. (pupae)	*		*	*
COLEOPTERA				
Haliphus ruficollis				*
Hydrophilidae, indet.	*			
Hydrovatus cuspidatus				*
Hygrotus spec.		*		
Hyphydrus ovatus				*
Liaphlus fulvus	*			*
BRACHYCERA				
Tabanidae, nondet.				*
NEMATOCERA				
Ablabesmyia spec.		*		*
Ablabesmyia monilis		*		
Ablabesmyia phatta	*		*	*
Ablabesmyia phatta/monilis	*	*	*	*
Anatopynia plumipes				*
Ceratopogonidae, nondet.	*	*	*	*
Chaoborus crystallinus		*	*	
Chaoboridae, nondet. (pupae)			*	
Chironomidae, nondet. (pupae)	*	*	*	*
Chironomidae, indet.				*
Chironomus anthracinus-gr.			*	
Chironomus plumosus-gr. i.e.S.		*	*	*
Chironomus plumosus-gr. i.w.S.			*	*
Chironomus semireductus-gr.		*		*
Chironomus thummi/anthracinus-gr. *		*	*	*
Cladotanytarsus spec.				*

	Gv	St	GH	Gm
Clinotanypus nervosus				*
Cryptochironomus spec.	*	*	*	*
Cryptocladopelma gr. lateralis				*
Demicryptochironomus vulneratus				*
Dicrotendipes gr. tritonus	*	*	*	*
Einfeldia gr. insolita				*
Endochironomus albipennis		*		
Endochironomus tendens	*	*	*	*
Glyptotendipes spec.	*	*	*	*
Limnobiidae, nondet.		*		*
Limnophyes spec	*	*	*	
Microtendipes chloris agg.	*			*
Parachironomus gr. arcuatus				*
Parachironomus gr. vitiosus				*
Paratanytarsus spec.				*
Polypedilum cf. nubeculosum	*		*	*
Polypedilum gr. nubeculosum s.l.				*
Procladius s.a.	*	*	*	*
Psectrocladius platypus	*	*	*	*
Psectrocladius gr. sor./lim.			*	*
Pseudochironomus prasinatus	*	*	*	*
Tanytarsus spec.	*		*	*
HYDRACARINA				
Hydracarina, nondet.	*	*		*

Bijlage 9 : Soortenlijst per monsterpunt en datum, monsterdata 1984
(aantal gevangen individuen per soort).

Galgeven mineraal:

	1	2	3	4	5	6	7	8
OLIGOCHAETA								
Enchytraeidae, nondet.	4	8	1				2	
Lumbriculus variegatus					1			
Tubificidae, - haarchaetae				1			1	
Tubificidae, + haarchaetae		1						
ODONATA								
Enallagma cyathigerum							1	
TRICHOPTERA								
Ecnomus tenellus			2		1			
Oecetis ochracea	2		1	2			1	1
DIPTERA								
Ceratopogonidae, nondet.		1	1				1	1
Cryptochironomus spec.	13	10		2	4	2	24	10
Dicrotendipes gr. tritonus			1					
Glyptotendipes spec.	4	6	9					
Psectrocladius platypus		2						
Pseudochironomus prasinatus		2	1	1			2	1
Tanytarsus spec.							1	

Galgeven midden:

	1	2	3	4	5	6	7	8
NEMATODA								
Nematoda, nondet.					+			
OLIGOCHAETA								
Lumbriculus variegatus				1				
ODONATA								
Enallagma cyathigerum	4	6	2	14	1	7	7	7
MEGALOPTERA								
Sialis lutaria	2	1	1				2	2
COLEOPTERA								
Liaphlus fulvus				1				
TRICHOPTERA								
Cyrnus flavidus	9	1	14	5	7	14	10	9
Cyrnus spec.								+
Dasystegia varia				1				
Ecnomus tenellus	20	16	19	18	16	4		6
Oecetis ochracea							1	1
Trichoptera, nondet. (pupae)					1		1	
DIPTERA								
Ceratopogonidae, nondet.	1	1	2	7	1	1	1	1
Ablabesmyia phatta				2		5		
Ablabesmyia phatta/monilis	12	15	40	2	6		2	59
Chironomidae, nondet. (pupae)			11			2		
Chironomus thummi/anthracinus-gr.	8	3	3	1	38	15	61	400
Dicrotendipes gr. tritonus	30	38	36		18	3	1	44
Glyptotendipes spec.	12	18	21	2	3	1	8	33
Microtendipes chloris agg.					6			
Polypedilum cf. nubeculosum					1			
Procladius s.a.				1	8	12	7	22
Psectrocladius platypus	2	1		2	1	1		
Pseudochironomus prasinatus		2	1	27	5		9	59
Tanytarsus spec.			24	10	7	1	1	

Galgeven organisch:

	1	2	3	4	5	6	7	8
OLIGOCHAETA								
Enchytraeidae, nondet.	6							
Lumbriculus variegatus	4		3	15	1			
Tubificidae, - haarchaetae	1			+				
ODONATA								
Aeschna cf grandis							1	
Enallagma cyathigerum				1			1	
Libellula cf quadrimaculata	1							
Libellula quadrimaculata			2		2			1
MEGALOPTERA								
Sialis lutaria	1				1		2	
COLEOPTERA								
Hydrophilidae, indet.						1		
TRICHOPTERA								
Dasystegia obsoleta	2							
Ecnomus tenellus	4	1	1		1		1	
Oecetis ochracea							1	
DIPTERA								
Ceratopogonidae, nondet.	8		3	5	2	1	3	
Ablabesmyia phatta/monilis								1
Chironomus thummi/anthracinus-gr.	1							
Dicrotendipes gr. tritonus					1			
Endochironomus tendens	4							
Glyptotendipes spec.		1					3	1
Limnophyes spec.	1							
Procladius s.a.	5		1		4		2	
Psectrocladius platypus					1			
Pseudochironomus prasinatus	6	1	1		1		15	6
Tanytarsus spec.			1					
HYDRACARINA								
Hydracarina, nondet.	1							

Staalbergven mineraal:

	1	2	3	4	5	6	7	8
NEMATODA								
Nematoda, nondet.			+			+		
OLIGOCHAETA								
Enchytraeidae, nondet.	1		3		1	1	10	
Lumbriculus variegatus	+		1	1	1			
Naididae indet.		1						
Nais cf. variabilis	1							
Tubificidae, - haarchaetae	3	3			1			1
Tubificidae, + haarchaetae	1					4		
TRICHOPTERA								
Athripsodes aterrimus				1				
Cyrnus flavidus							2	
Ecnomus tenellus		3	1		3	3		2
Oecetis ochracea		1		1				
MEGALOPTERA								
Sialis lutaria						1		
DIPTERA								
Ceratopogonidae, nondet.	3	4			1			
Ablabesmyia phatta/monilis		1	3		1			
Chironomidae, nondet. (pupae)						2		
Cryptochironomus spec.	3	21	5	2	3	4	3	7
Dicrotendipes spec.	1							
Endochironomus albipennis		1						
Glyptotendipes spec.	1	3			2	9	7	6
Limnophyes spec.	4							
Procladius s.a.						1		
Psectrocladius platypus						2		
Pseudochironomus prasinatus	3	3	5			70	20	25
Limnobiidae, nondet.		1						

Staalbergven midden:

	1	2	3	4	5	6	7	8
NEMATODA								
Nematoda, nondet.			+					
OLIGOCHAETA								
Dero digitata	1							
Lumbriculus variegatus	3					+		
Nais communis	1							
Stylodrilus heringianus		2						
Tubificidae,- haarchaetae	1							
Tubificidae,+ haarchaetae		21	23		1	4	1	5
ODONATA								
Enallagma cyathigerum			2	2	2		1	5
HETEROPTERA								
cf Arctocoris germari								1
Glaenocoris propinqua							1	
MEGALOPTERA								
Sialis lutaria	1				3	2	4	5
TRICHOPTERA								
Cyrnus flavidus		2			2		6	4
Dasystegia obsoleta	1							
Ecnomus tenellus		2		4	8			5
Oecetis ochracea		8	15	16	3	2	14	9
DIPTERA								
Chaoborus crystallinus		5						
Ceratopogonidae, nondet.	13	8	3					1
Ablabesmyia spec.			4					
Ablabesmyia phatta/monilis	3	9	11		2			4
Chironomidae, nondet. (pupae)			11	8	11	1	1	
Chironomus plumosus-gr. i.e.S.					4		4	
Chironomus semireductus-gr.			4					
Chironomus thummi/anthracinus-gr.	1	1043	836	430	74	19	267	319
Cryptochironomus spec.		4	4		2		9	4
Dicrotendipes gr. tritonus		55	19		6			
Endochironomus tendens	2							
Glyptotendipes spec.	3	93	85	80		2	43	101
Limnophyes spec.	2							
Procladius s.a.		108	85	11	10	7	9	11
Psectrocladius platypus				4		1		
Pseudochironomus prasinatus	7	96	15	130	68	6	215	790
HYDRACARINA								
Hydracarina, nondet.	1							

Staalbergven organisch:

	1	2	3	4	5	6	7	8
NEMATODA								
Nematoda, nondet.		+		+				
OLIGOCHAETA								
Tubificidae, - haarchaetae	13			2				
Tubificidae, + haarchaetae	1	3	1	4	1		1	7
Enchytraeidae, nondet.		3	1			2	1	2
Lumbriculus variegatus		4	2	+	3	5	2	4
Dero digitata						2		2
Nais communis								1
ODONATA								
Enallagma cyathigerum	1						1	
Lestes viridis						2		
Zygoptera, indet.							1	
HETEROPTERA								
Glaenocoris propinqua							1	
Arctocoris germari							1	
MEGALOPTERA								
Sialis lutaria					1	3	2	2
COLEOPTERA								
Hygrotus spec.						1		
TRICHOPTERA								
Cyrtus flavidus	1				1		1	2
Ecnomus tenellus	2				1		2	3
Lymnophilus marmoratus			1					
Oecetis ochracea	5		2				1	2
COLEOPTERA								
Hyphydrus ovatus								
DIPTERA								
Ceratopogonidae, nondet.	1	4	4		1		2	4
Ablabesmyia phatta/monilis	3	1	3		2	4	1	
Ablabesmyia monilis			1					
Chironomidae, nondet. (pupae)						4		
Chironomus thummi/anthracinus-gr. 231					1	1	9	17
Cryptochironomus spec.					1			
Dicrotendipes gr. tritonus	7		1					
Glyptotendipes spec.	22	6			2	7		
Procladius s.a.	5	1		1		1		
Psectrocladius platypus				1	4	2		
Pseudochironomus prasinatus	38	18	9			22	158	85
HYDRACARINA								
Hydracarina, nondet.					1	1		

Groot Huisven mineraal:

	1	2	3	4	5	6	7	8
OLIGOCHAETA								
Lumbriculus variegatus			1		1			
Naididae indet.			1					
Nais communis	2	1						
MEGALOPTERA								
Sialis lutaria						1		
TRICHOPTERA								
Ecnomus tenellus							3	12
Oecetis ochracea							3	3
Trichoptera, nondet. (pupae)					1			
DIPTERA								
Ceratopogonidae, nondet.		2	3		2	1	3	
Chironomidae, nondet. (pupae)				1				
Chironomus plumosus-gr. i.w.S.							3	
Cryptochironomus spec.					6		6	36
Dicrotendipes gr. tritonus								5
Endochironomus tendens		1						
Glyptotendipes spec.		1					4	
Limnophyes spec.		1						
Psectrocladius platypus								2
Pseudochironomus prasinatus				2	3	11	245	245
Procladius s.a.			1	1	1	5	5	4
Tanytarsus spec.			2					

Groot Huisven midden:

	1	2	3	4	5	6	7	8
OLIGOCHAETA								
Dero digitata	3	115	3	36	124	14		3
Lumbriculus variegatus			1		1			
Nais communis		16						
Tubificidae,- haarchaetae		6	3	1	15	1	2	
Tubificidae,+ haarchaetae		19	1	8	4	1	4	6
EPHEMEROPTERA								
Caenis moesta								1
HETEROPTERA								
Cymatia coleoptrata		1						
TRICHOPTERA								
Cyrnus flavidus						1		
Dasystegia obsoleta		1						
Dasystegia varia		1						
Ecnomus tenellus		1	1	26	3			
Holocentropus dubius				1				
DIPTERA								
Ceratopogonidae,nondet.		3	2	11	18		1	
Ablabesmyia phatta/monilis		1	1		1	1		
Chironomidae,nondet.(pupae)			1	1	1			
Chironomus anthracinus-gr.		2						
Chironomus thummi/anthracinus-gr.		4	4	7				
Chironomus plumosus-gr. i.e.S.	1	3						
Chironomus plumosus-gr. i.w.S.	1	14	4		132	129	33	143
Dicrotendipes gr. tritonus	1	1	1					1
Glyptotendipes spec.					11	4	2	
Polypedilum cf. nubeculosum								2
Procladius s.a.	1	14	4	3	11	4		
psectrocladius gr. sor./lim.				1				
Pseudochironomus prasinatus		4	3	18	3		6	
Chaoborus crystallinus	3	39	43	9	4	1	34	20
Chaoboridae,nondet.(pupae)					1			

Groot Huisven organisch:

	1	2	3	4	5	6	7	8
OLIGOCHAETA								
Dero digitata								1
Lumbriculus variegatus		1	2	1				
Nais communis			1					
ODONATA								
Cordulia aenea			1					
HETEROPTERA								
Sigara falleni/longipalis					1			
TRICHOPTERA								
Dasytorgia obsoleta	1		1	1				
Ecnomus tenellus		1	1					
DIPTERA								
Ceratopogonidae, nondet.	1	2	10	8				3
Ablabesmyia phatta			1					
Ablabesmyia phatta/monilis							1	
Chironomus plumosus-gr. i.w.S.					7			
Procladius s.a.		1		1	6		9	1
Psectrocladius platypus					1		1	
Pseudochironomus prasinatus	1					1	3	10

Grootmeer mineraal:

	1	2	3	4	5	6	7	8
NEMATODA								
Nematoda, nondet.	+	+	+	+	+	+	+	+
OLIGOCHAETA								
Enchytraeidae, nondet.	74	2	8	5	13	5	8	2
Lumbriculus variegatus			3		1		1	
Nais communis	1							
Tubificidae, - haarchaetae	123		24		1			
HIRUDINEA								
Helobdella stagnalis						5	4	
Theromyzon tessulatum								1
GASTROPODA								
Planorbis albus						1		
EPHEMEROPTERA								
Caenis horaria	8					1	6	1
Caenis moesta	4		1				12	1
TRICHOPTERA								
Trichoptera, nondet. (pupae)						1		
DIPTERA								
Tabanidae, nondet.	1						2	
Ceratopogonidae, nondet.	6		3	3				2
Ablabesmyia phatta/monilis							1	
Chironomidae, nondet. (pupae)				1			1	
Chironomus thummi/anthracinus-gr.	1			1				
Cladotanytarsus spec.			3		2		7	2
Clinotanytus nervosus	1							
Cryptochironomus spec.	1				3		3	2
Microtendipes chloris agg.	24			30	16		11	
Polypedilum cf. nubeculosum	2	1	3	18	1	1	6	2
Procladius s.a.				2		1	9	
Psectrocladius gr. sor./lim.	4				1			
Pseudochironomus prasinatus								2
Tanytarsus spec.	7	1		6	4			
HYDRACARINA								
Hydracarina, nondet.			1		1	1	3	

Grootmeer midden:

	1	2	3	4	5	6	7	8
NEMATODA								
Nematoda, nondet.		+	+	+	+	+	+	
OLIGOCHAETA								
Aulodrilus pluriseta	3	16	7	17	2	+		
Dero digitata		3						
Dero obtusa	41	324	26	92			1	11
Enchytraeidae, nondet.	1							
Tubificidae, - haarchaetae	27	147	128	198	174	15	25	3
Tubificidae, + haarchaetae	4							
HIRUDINEA								
Helobdella stagnalis				11	2	3		
GASTROPODA								
Lymnaea stagnalis						1		
Planorbis albus				1				
LAMELLIBRANCHIATA								
Pisidiidae, indet.				1		1		
EPHEMEROPTERA								
Caenis horaria	21	28	23	10	5	1	1	3
Caenis moesta	6	5	7	7	4	2	1	21
Caenis robusta					1			
ODONATA								
Enallagma cyathigerum		1						
Libellulidae, indet.		1						
Orthetrum cancellatum		1		1	1			
COLEOPTERA								
Haliphys ruficollis						1		
Liaphys fulvus				1	1			
TRICHOPTERA								
Mystacides longicornis			3					
Oecetis ochracea		1			2			

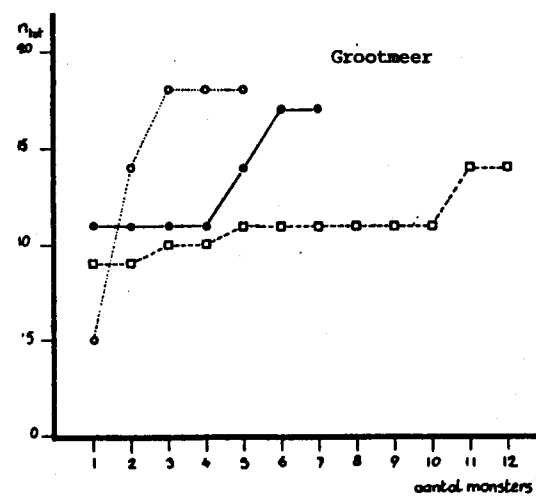
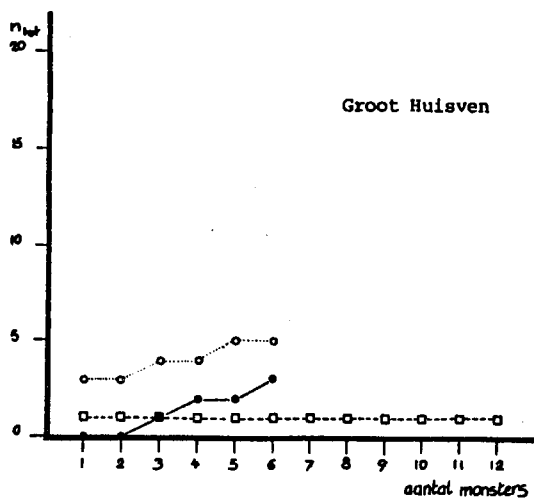
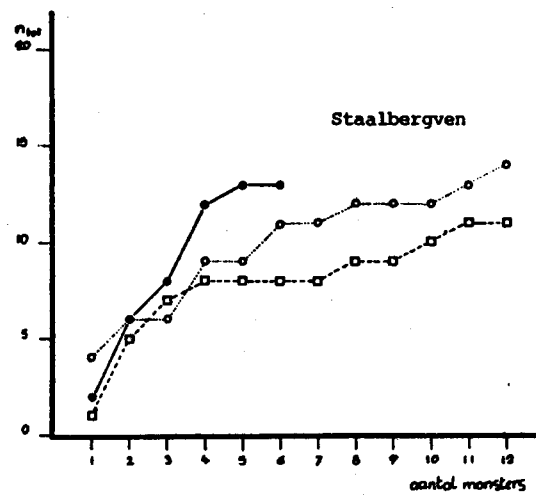
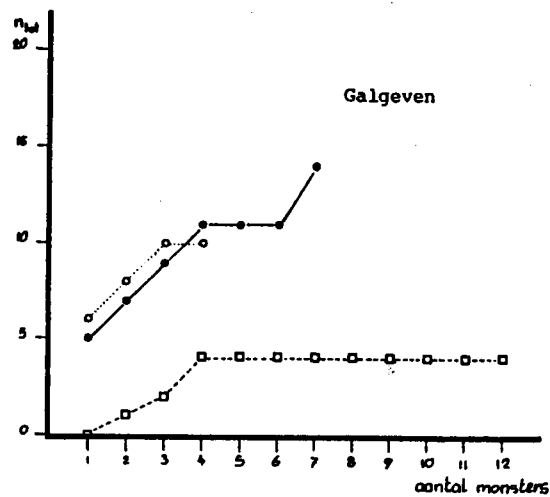
Grootmeer midden (vervolg):

	1	2	3	4	5	6	7	8
DIPTERA								
Ceratopogonidae,nondet.	3	22	41	63	25	9	4	4
Ablabesmyia spec.		11						
Ablabesmyia phatta/monilis	2	12	2		5		1	
Ablabesmyia phatta			5		4			
Anatopynia plumipes						2		
Chironomidae,indet.		4						
Chironomidae,nondet.(pupae)		4	1	1	2		1	
Chironomus plumosus-gr. i.e.S.				4	1			
Chironomus plumosus-gr. i.w.S.	3	38		1				
Chironomus semireductus-gr.			1					
Cladotanytarsus spec.			7					
Cryptochironomus spec.		17				2	27	40
Cryptocladopelma gr. lateralis	1	9	3		11	3	2	
Glyptotendipes spec.			1			1		
Microtendipes chloris agg.	4	4		2	3	6	4	2
Parachironomus gr. arcuatus					1			
Parachironomus gr. vitiosus				1				
Polypedilum gr. nubeculosum s.l.	29							
Polypedilum cf. nubeculosum	74	135	69	16	168	170	110	132
Procladius s.a.	120	63	99	6	26	20	7	15
Psectrocladius gr. sor./lim.					2			
Pseudochironomus prasinatus								3
Tanytarsus spec.	15	11	5	8	85	38	2	8
HYDRACARINA								
Hydracarina,nondet.	4	6	1			1	22	9

Grootmeer organisch:

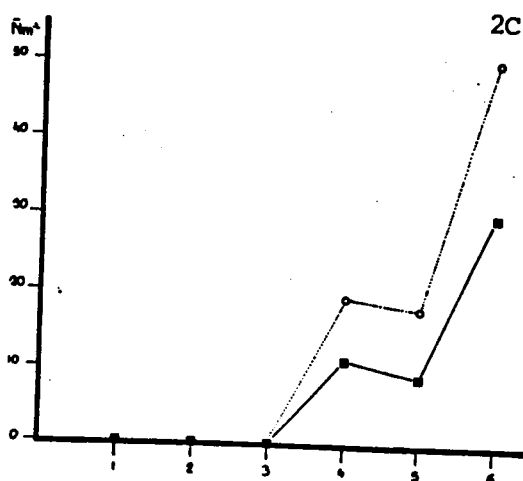
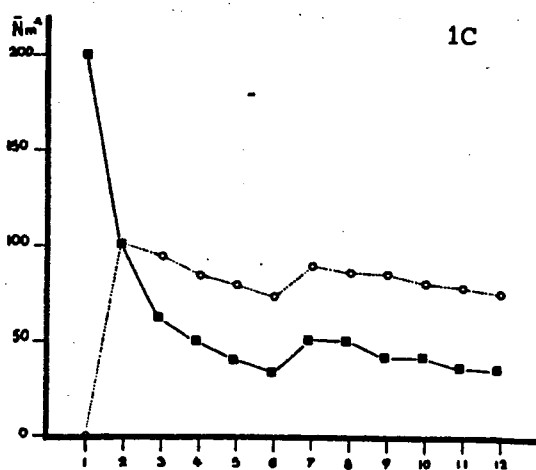
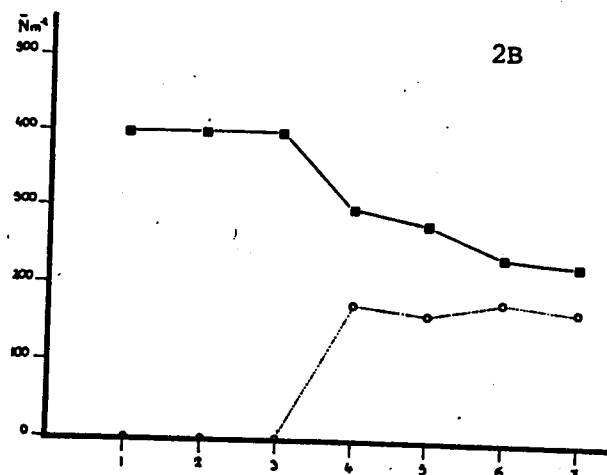
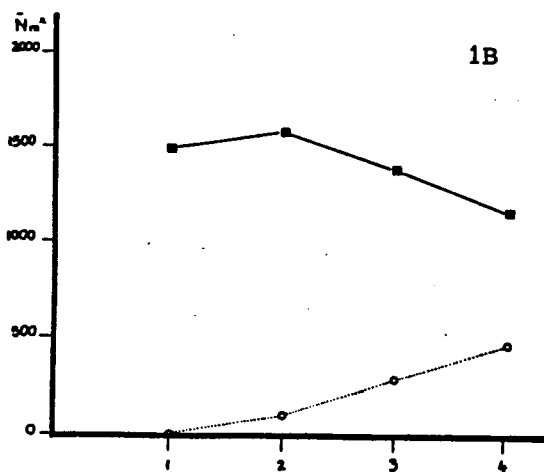
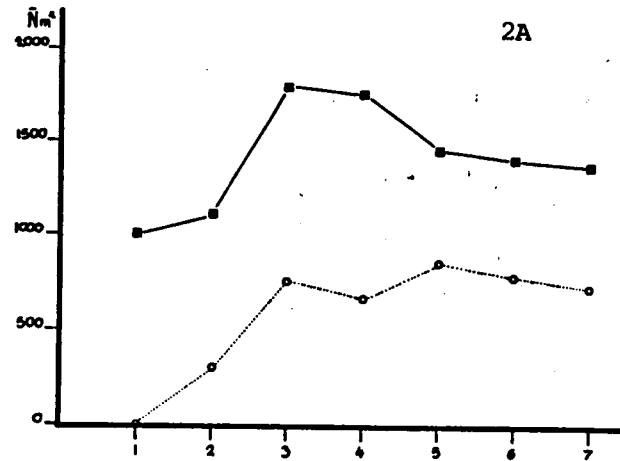
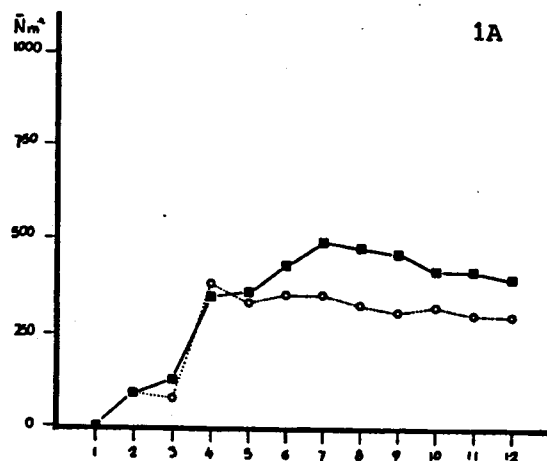
	1	2	3	4	5	6	7	8
NEMATODA								
Nematoda, nondet.	+		+					
OLIGOCHAETA								
Aulodrilus pluriseta		5	3	1				
Dero obtusa								1
Enchytraeidae, nondet.	43		1					
Ophidonais serpentina								1
Lumbriculus variegatus	3							
Tubificidae, - haarchaetae			75	+		1		16
HIRUDINEA								
Helobdella stagnalis					1			1
GASTROPODA								
Lymnaea stagnalis	8							
LAMELLIBRANCHIATA								
Musculus lacustris				1	1			2
EPHEMEROPTERA								
Caenis horaria	11	1	6	2			2	9
Caenis moesta			2	1			1	
Caenis spec.	1							
ODONATA								
Enallagma cyathigerum	4							
COLEOPTERA								
Hydrovatus cuspidatus	1							
Liaphlus fulvus	1			1				
DIPTERA								
Tabanidae, nondet.	2							
Ceratopogonidae, nondet.	1	1	14	4	4		1	3
Ablabesmyia phatta/monilis	3							
Ablabesmyia phatta					1			
Chironomidae, nondet. (pupae)		1						1
Chironomus plumosus-gr. i.e.S.						1		
Cladotanytarsus spec.		2						
Clinotanytus nervosus				1				1
Cryptochironomus spec.							3	6
Demicryptochironomus vulneratus		1						
Dicrotendipes gr. tritonus	1				1			
Einfeldia gr. insolita		1						
Endochironomus tendens			1					1
Microtendipes chloris agg.				6	28			9
Paratanytarsus spec.		1						
Polypedilum gr. nubeculosum s.l.	3							
Polypedilum cf. nubeculosum		23	17	3	3	4	6	12
Procladius s.a.	7	4	17	1	3		3	
Psectrocladius platypus				1				
Psectrocladius gr. sor./lim.	1							
Pseudochironomus prasinatus	5							
Tanytarsus spec.					7			
Limnobiidae, nondet.	1							
HYDRACARINA								
Hydracarina, nondet.	1	1						

Bijlage 10 : Minimumareaalbepalingen, gebaseerd op het totaal aantal soorten in de bodem (N_{tot}) op 27-02-1984.



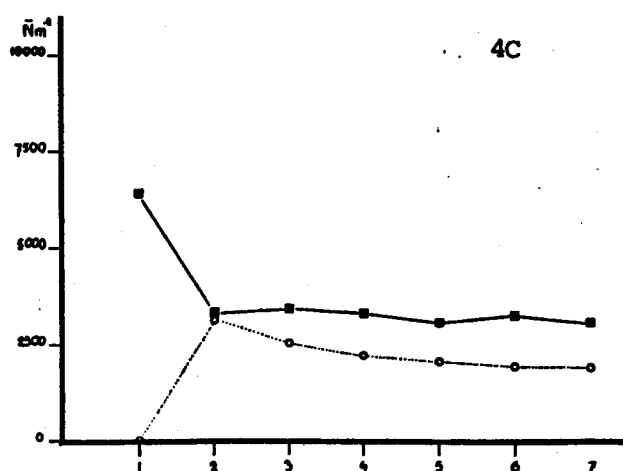
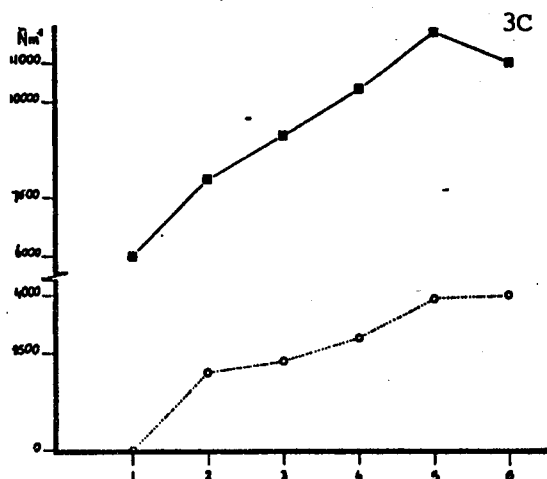
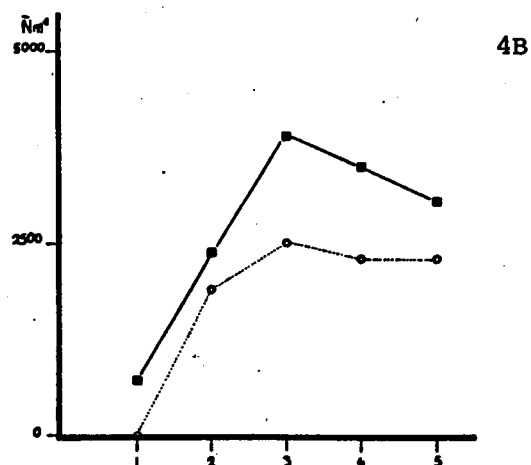
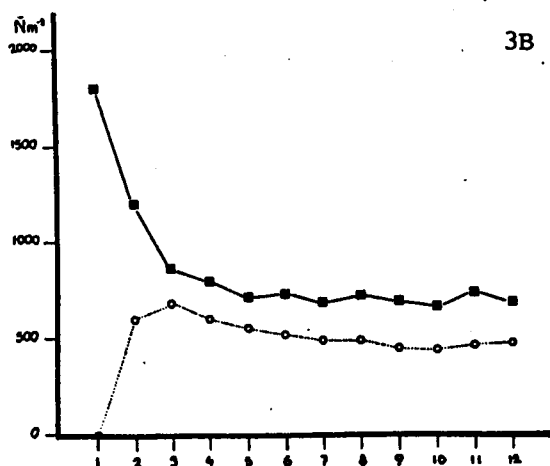
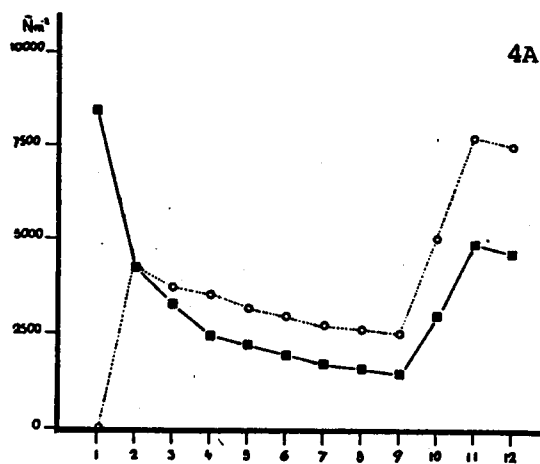
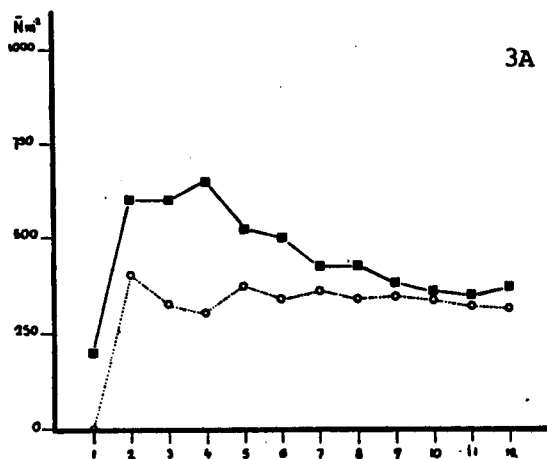
□---□ MINERAAL
 ○---○ MIDDEN
 ●---● ORGANISCH

Bijlage 11 :



Minimumareaalbepaling gebaseerd op het gemiddeld aantal individuen ($\bar{N}_m^{-2}$) per bodemonmonster op 27-02-1984.

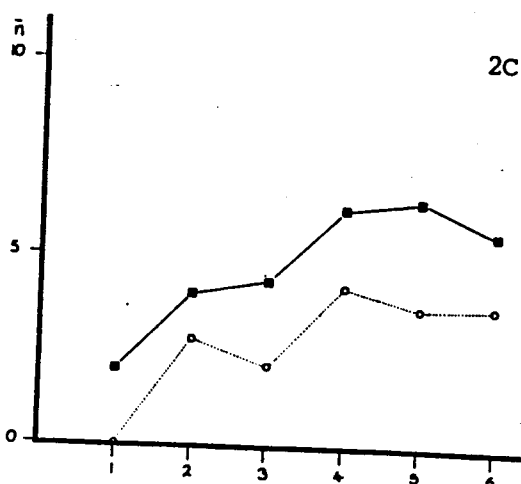
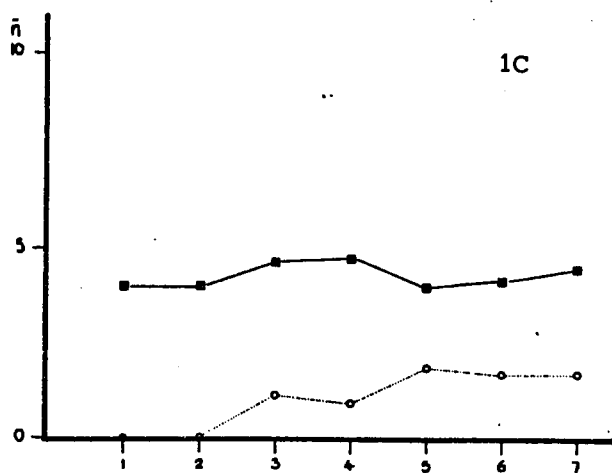
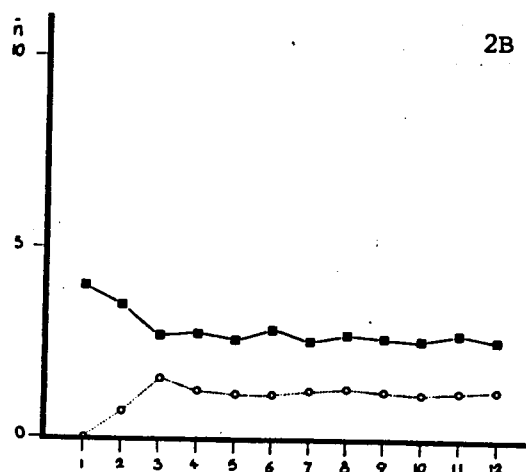
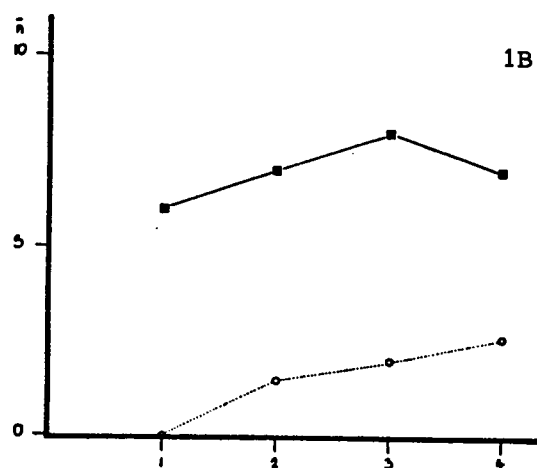
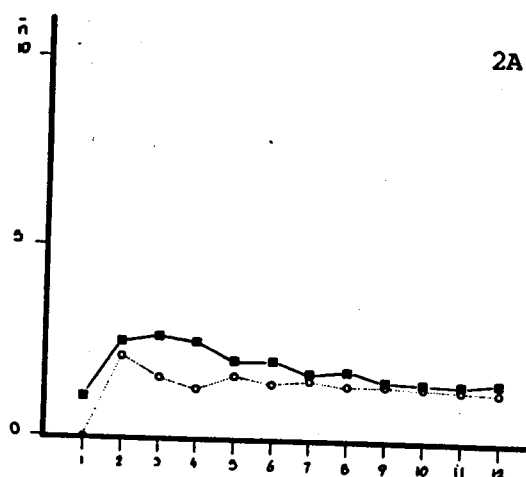
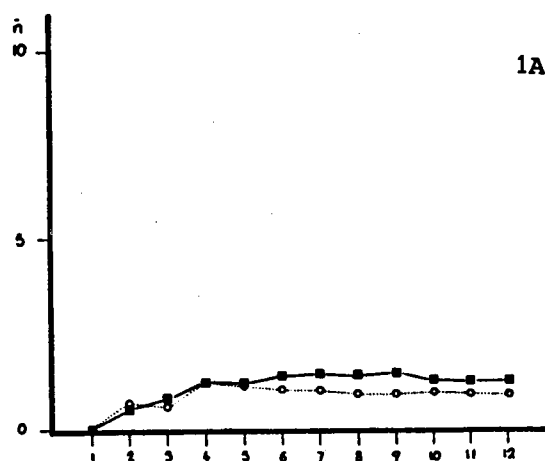
1= Galgeven; 2= Staalbergven; 3= Groot Huisven; 4= Grootmeer.
A= minerale bodem; B= midden bodem; C= organische bodem.



■—■ gemiddeld aantal individuen per bodemonster.

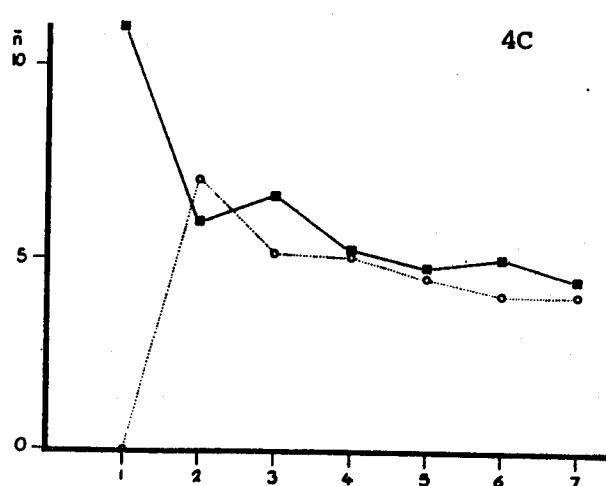
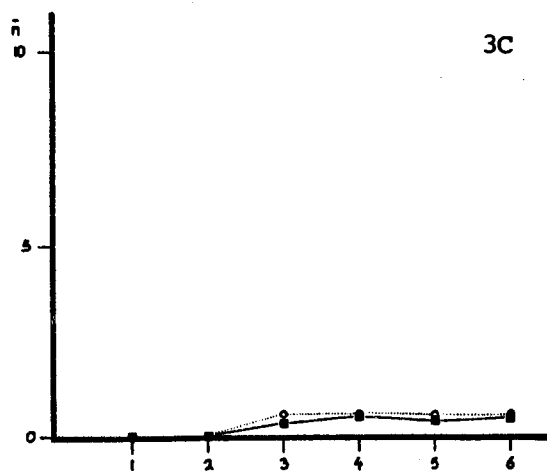
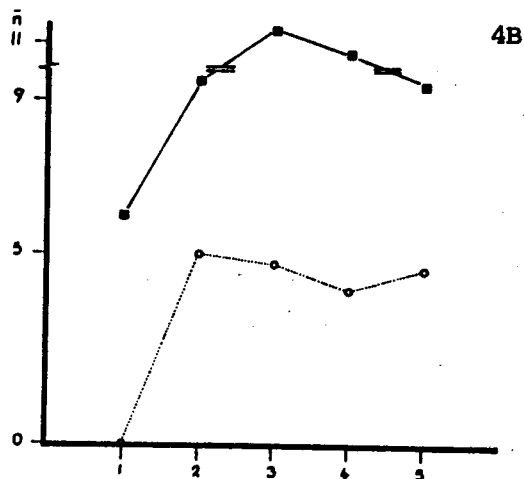
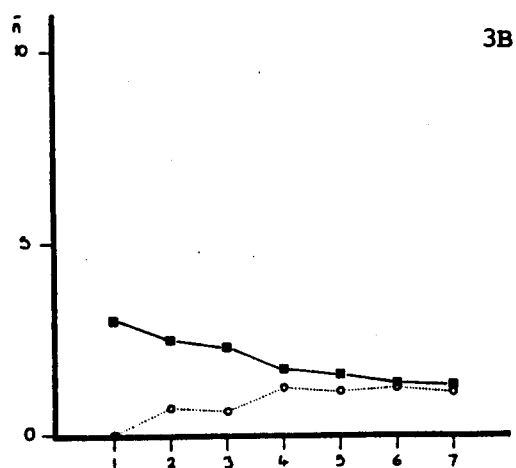
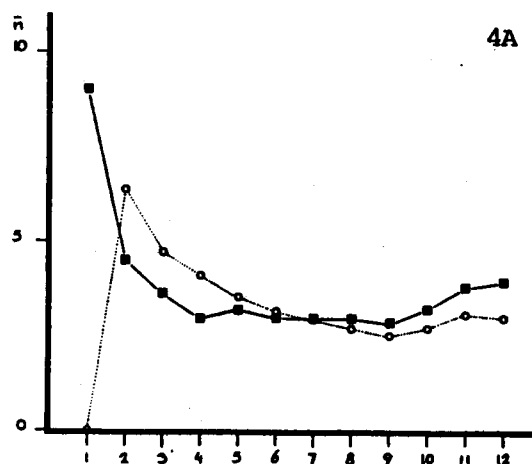
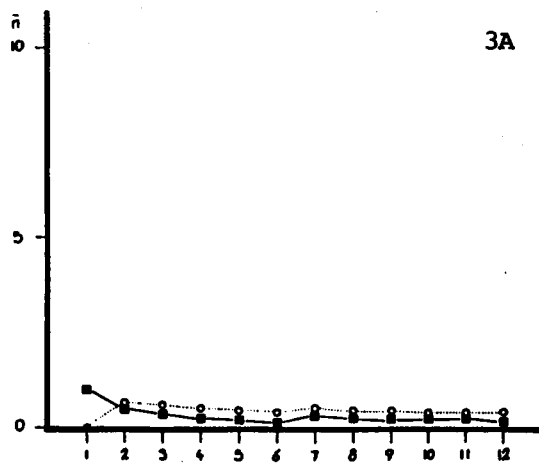
○.....○ standaardfout (SE).

Bijlage 12 :



Minimumareaalbepaling gebaseerd op het gemiddeld aantal soorten per bodemonster op 27-02-1984.

1= Galgeven; 2= Staalbergven; 3= GrootHuisven; 4= Grootmeer.
A= minerale bodem; B= middenbodem; C= organische bodem.



■—■ gemiddeld aantal soorten per bodemonmonster.

○.....○ standaardfout (SE).